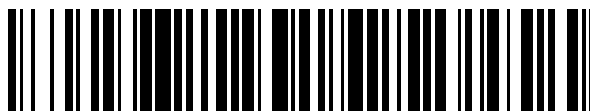


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 284**

51 Int. Cl.:
A61D 17/00 (2006.01)
A61B 10/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06762571 .5**
96 Fecha de presentación: **13.07.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1901678**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.03.2008**

54 Título: **Aparato y método para detectar el estado de reproducción, en particular el ciclo estral, de un mamífero**

30 Prioridad:
13.07.2005 IT MI20051328

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.04.2012

73 Titular/es:
**ENRICO CINTI,
VIA BARBIERI 9/A
29100 PIACENZA, IT**

72 Inventor/es:
CINTI, Enrico

74 Agente/Representante:
Zuazo Araluze, Alexander

ES 2 379 284 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

Aparato y método para detectar el estado de reproducción, en particular el ciclo estral, de un mamífero

La presente invención se refiere a un aparato y a un método de detección del estado de reproducción, en particular el ciclo estral, de un mamífero.

5 Se sabe que los beneficios y el éxito de los ganaderos dependen de la capacidad de producción de una descendencia grande, numerosa y viable de los animales que crían.

Por tanto, es deseable el aumento de la tasa de nacimientos garantizando el mayor porcentaje de fecundación de los óvulos maduros. De hecho, una inseminación inoportuna o prematura es la principal causa de esterilidad, en particular en la producción de cerdos.

10 El periodo durante el que una hembra acepta a un macho se denomina generalmente "celo".

En particular, dentro de la especie del cerdo el periodo de celo tiene una duración incluida entre 18 y 24 días, con un promedio de aproximadamente 21 días; este periodo de celo comprende dos fases: las fases proestral y estral (indicándose la última como el periodo de celo verdadero); la fase estral es el periodo durante el que se produce la ovulación en las cerdas. La identificación del periodo estral (comienzo y final) se lleva a cabo actualmente a través de la observación de los cambios de comportamiento y visuales en el animal, o a través de la monitorización de los esteroides ováricos.

15 En el primer caso, es el propio ganadero al que se le confía la tarea de darse cuenta de uno o más de los siguientes factores, normalmente relacionados con el periodo de fertilidad del animal:

- enrojecimiento de los labios de la vulva e hinchazón de esta última;

20 - el moco producido es filamentosos y puede llegar a ser viscoso;

- apetito irregular;

- aumento de la inquietud acompañada por gruñidos particulares;

- enderezamiento de las orejas (para razas con orejas erectas);

- tendencia a "restregarse";

25 - inmovilidad tras recibir presión en la espalda;

- aceptación de la cópula;

- atracción hacia el macho;

- tendencia a darse la vuelta si el animal está en una jaula.

30 Queda claro que determinar la fase estral del animal exclusivamente basándose en observaciones llevadas a cabo por los operarios a cargo tiene diferentes desventajas.

En primer lugar, con el fin de proporcionar indicaciones fiables, el operario debe tener una gran experiencia en el sector; por tanto se requiere personal altamente cualificado para la detección, puesto que por ejemplo colaboradores sin experiencia no pueden realizar este tipo de detección.

35 Además, la observación de los animales debe llevarse a cabo al menos dos veces al día, tiempo que por tanto se les sustrae a los expertos que tienen más experiencia y que, debido precisamente a sus capacidades, deben destinarse también a realizar otras tareas diferentes.

40 Entonces, omitiendo la consideración de la capacidad del observador, la determinación realizada siguiendo los criterios enumerados anteriormente no tiene el grado de precisión y fiabilidad necesario que se requiere para una optimización eficaz de los recursos y una maximización del porcentaje de óvulos fertilizados tras la inseminación que va a llevarse a cabo después.

En lo que respecta a la monitorización de las variaciones hormonales, debe apuntarse que los niveles séricos de las gonadotropinas así como los esteroides sexuales tales como estradiol y progesterona por ejemplo, pueden usarse para recalcar el periodo en el que tiene lugar la ovulación.

45 Sin embargo, se requiere mucho tiempo antes de que estén disponibles los resultados de los inmunoensayos/radioinmunoensayos para determinar dichas variaciones hormonales, y por tanto esta técnica no puede usarse eficazmente como rutina en la cría de ganado comercial, por motivos tanto técnicos como económicos.

La figura 1 muestra un gráfico de la producción de hormonas reproductivas frente al tiempo durante el ciclo estral de la especie del cerdo.

La ovulación tiene lugar de una manera constante aproximadamente a los dos tercios de la duración completa del periodo de celo verdadero (estro) estimado con el reflejo de inmovilidad.

- 5 Sin embargo, puesto que la duración del estro no es constante (con una oscilación de 12 a 88 horas), este análisis sólo suministra una estimación a posteriori del momento de la ovulación y por tanto una evaluación posterior al periodo útil para la inseminación.

- 10 La inseminación artificial en cerdas debe tener lugar en el plazo de las 24 horas que preceden a la ovulación, de modo que en la actualidad se llevan a cabo varias inseminaciones, con el fin de aproximarse a este objetivo tanto como sea posible, intentando no llevar a cabo la última intervención demasiado tarde en el periodo de ovulación o al final del periodo de celo, porque esto reduciría la tasa de fertilización y el número de recién nacidos.

En la actualidad, el momento de la inseminación se selecciona basándose en el comienzo del estro; sin embargo, la ovulación tiene lugar en el plazo de un periodo muy variable (de 10 a 85 horas) en relación con el comienzo del estro.

- 15 Debido a esta incertidumbre, el comienzo del estro no es un factor fiable para programar los procedimientos de inseminación artificial.

- 20 El documento US20020156394 da a conocer un aparato y un método para detectar el estro, en el que se miden o detectan los parámetros fisiológicos o las condiciones intravaginales seleccionados de la lista que consiste en: frecuencia cardíaca; temperatura corporal; viscosidad, pH y/o conductividad del tejido o moco vaginal; movimiento o desplazamiento del animal; y/o niveles de hormonas reproductivas.

Por consiguiente, es un objetivo de la presente invención proporcionar un aparato tal como se define en la reivindicación 1 y un método para detectar el estado de reproducción, en particular el ciclo estral, de un mamífero tal como se especifica en la reivindicación 24, que permitan que se determine el estado de reproducción del animal de una manera precisa y fiable.

- 25 Es un objetivo adicional de la invención poner a disposición un aparato y un método de detección del estado de reproducción, en particular el ciclo estral, de un mamífero que permitan que se adopten estrategias de inseminación óptimas, para reducir los costes de la inseminación artificial y aumentar en consecuencia la tasa de nacimientos.

Los objetivos anteriores y adicionales se logran sustancialmente mediante el aparato y el método según las características mencionadas en las reivindicaciones adjuntas.

- 30 Características y ventajas adicionales resultarán más evidentes a partir de la descripción detallada de una realización preferida pero no exclusiva de la invención.

Esta descripción se toma con referencia a los dibujos adjuntos, facilitados a modo de ejemplo no limitativo, en los que:

- 35 - la figura 1 es un gráfico que muestra la producción de hormonas reproductivas con respecto al tiempo durante el ciclo estral en la especie del cerdo;

- la figura 2 es un diagrama que representa una estrategia de inseminación artificial;

- la figura 3 muestra esquemáticamente una parte del aparato según la invención, en uso;

- la figura 4a es una vista lateral esquemática, parcialmente en despiece ordenado, de una primera realización de otra parte del aparato según la invención;

- 40 - la figura 4b es una vista en planta esquemática, parcialmente en despiece ordenado, de la parte mostrada en la figura 4a;

- la figura 5a es una vista lateral esquemática de una segunda realización de la parte observada en la figura 4a;

- la figura 5b es una vista en planta esquemática de la parte observada en la figura 5a;

- la figura 6 es una vista lateral de un detalle adicional del aparato según la invención;

- 45 - la figura 7 muestra el aparato de la invención en uso;

- la figura 8 muestra esquemáticamente la parte del aparato observada en las figuras 4a, 4b, 5a y 5b en un estado ensamblado y en vista en planta;

- las figuras 9a, 9b y 9c muestran una vista frontal, una vista lateral y una vista en planta respectivamente de una

realización alternativa de la parte del aparato observada en la figura 8;

- las figuras 10a, 10b, 10c son una vista frontal, una vista lateral y una vista en planta respectivamente de un primer detalle de la parte del aparato mostrada en las figuras 9a, 9b, 9c;

5 - las figuras 11a, 11b, 11c son una vista frontal, una vista lateral y una vista en planta respectivamente de un segundo detalle de la parte del aparato mostrada en las figuras 9a, 9b, 9c;

- las figuras 12a, 12b, 12c son una vista frontal, una vista lateral y una vista en planta respectivamente de un tercer detalle de la parte del aparato mostrada en las figuras 9a, 9b, 9c;

- la figura 13 es un diagrama de bloques de una primera realización de un detalle de la parte del aparato mostrada en las figuras 4a, 4b, 5a, 5b, 8, 9a-9c, 10a-10c, 11a-11c, 12a-12c;

10 - la figura 14 es un diagrama de bloques de una segunda realización de un detalle de la parte del aparato mostrada en las figuras 4a, 4b, 5a, 5b, 8, 9a-9c, 10a-10c, 11a-11c, 12a-12c;

- la figura 15 muestra esquemáticamente una realización alternativa de un elemento estructural de las figuras 9a-9c y 10a-10c.

15 Con referencia a los dibujos, un aparato para detectar el estado de reproducción, en particular el ciclo estral, de un mamífero según la presente invención se ha identificado generalmente con 1.

El aparato 1 se aplica en el campo de la cría, y en particular en lo que respecta a la cría de cerdos, bueyes, búfalos y similares; obviamente, el aparato 1 también puede usarse para cualquier otra especie de mamífero, preferiblemente mamíferos mantenidos para su cría.

20 El aparato 1 comprende medios 10 de detección para detectar una cantidad de sangre perfundida en una región predeterminada Z del canal de la vagina del mamífero en observación.

Los medios 10 de detección generan una señal 20 principal que representa esta cantidad de sangre.

25 En la práctica, los medios 10 de detección pueden comprender un sensor 11, preferiblemente de tipo pletismográfico (figuras 3, 4a, 4b, 5a, 5b, 9a-9c, 11a-11c, 13, 14); la tarea del sensor es detectar la cantidad y el tipo de luz que se refleja por la región predeterminada Z del canal de la vagina (representativa de la cantidad de sangre que perfunde la membrana mucosa de la vagina) para permitir la cuantificación y el procesamiento del grado de enrojecimiento mediante una unidad 40 de procesamiento que va a describirse mejor a continuación, junto con las realizaciones preferidas del sensor 11.

30 En condiciones de uso, los medios 10 de detección se insertan al menos parcialmente en el canal de la vagina del mamífero, de modo que las operaciones de detección necesarias pueden llevarse a cabo de manera fiable y correcta.

35 Los medios 10 de detección pueden comprender un alojamiento 14 que alberga los circuitos necesarios para realizar al menos las operaciones para la detección. El alojamiento 14 tiene preferiblemente una forma alargada para permitirle insertarse fácilmente en el canal de la vagina del mamífero; a modo de ejemplo, el alojamiento 14 puede tener una longitud axial (es decir, a lo largo de la dirección de inserción en el canal de la vagina del mamífero) incluida entre 4 y 20 cm, dependiendo de la longitud del canal de la vagina.

El alojamiento 14 tiene una primera parte 14a y una segunda parte 14d; esta última puede contener el sensor 11. La primera parte 14a tiene un primer extremo 14b en el que está situada la segunda parte 14d, y un segundo extremo 14c en el que están montados medios 16 de conexión, medios que permiten el suministro de la señal 20 principal al resto del aparato 1.

40 Alojado en la primera parte 14a está el hardware (generalmente indicado en 80) que se requiere para procesar las magnitudes detectadas por el sensor 11 y obtener la señal 20 principal. Las figuras 4a, 4b, 5a y 5b en particular muestran una conformación a modo de ejemplo del alojamiento 14 sustancialmente compuesto por un único cuerpo.

Tal como se muestra en la vista en despiece ordenado de las figuras 4a, 4b, 5a, 5b, los medios 16 de conexión comprenden un conector 16a de tres polos y un conector 16b en forma de L.

45 En la realización de las figuras 4a, 4b, un cable 16d está conectado al conector 16b para transmitir la señal 20 principal a los restantes dispositivos del aparato 1.

En la realización mostrada en las figuras 5a, 5b, una antena 16c para comunicación de tipo inalámbrico está conectada al conector 16b; obsérvese que en realidad la longitud de la antena 16c puede ser incluso mayor de 8-10 cm y que, por motivos de claridad, dicha antena 16c no se ha mostrado a escala con el resto de la figura.

50 El alojamiento 14 está compuesto por un material de plástico no poroso y lavable de modo que puede introducirse

fácilmente en el canal de la vagina del animal.

La figura 8 muestra los medios 10 de detección de las figuras 4a, 4b, 5a, 5b en las que los conectores 16a, 16b están montados dentro del alojamiento 14; en particular, estos conectores 16a, 16b están situados entre el bloque 80 de hardware y la parte 15 de acoplamiento que va a describirse mejor a continuación.

- 5 En una realización alternativa (figuras 9a-9c, 10a-10c, 11a-11c), el alojamiento 14 comprende un elemento 17 alargado flexible preferiblemente compuesto por material de elastómero para conectar la segunda parte 14d y la primera parte 14a (en particular el primer extremo 14b) del propio alojamiento 14 entre sí.

En más detalle, la segunda parte 14d del alojamiento 14 puede estar dotada (figuras 9a-9c, 11a-11c) de una parte 14d' alargada y una expansión 14d'' radial sobre la que está montado el sensor 11.

- 10 El aparato 1 comprende además una estructura 18 tubular que tiene una conformación sustancialmente cilíndrica o elíptica por ejemplo, que a su vez incluye un primer cuerpo 18a tubular que es radialmente interno y sustancialmente rígido, y un segundo cuerpo 18b tubular que es radialmente externo y está compuesto por material de elastómero o más generalmente un material flexible.

- 15 Extendiéndose en la región radialmente interna delimitada por el primer cuerpo 18a tubular, partiendo de una superficie interna del primer cuerpo 18a tubular, hay al menos un par de expansiones 18c para el acoplamiento, mediante ajuste a presión por ejemplo, con la parte 14d' alargada de la segunda parte 14d del alojamiento 14.

Preferiblemente, están previstos dos pares de expansiones 18c y se extienden internamente con respecto a la superficie interna del primer cuerpo 18a tubular, estando situados dichos pares en lados axialmente opuestos con respecto a la segunda parte 14d del alojamiento 14 para acoplarse con la parte 14d' alargada.

- 20 Ventajosamente, la región que está definida internamente por el primer cuerpo 18a tubular tiene tamaños suficientemente grandes como para alojar la segunda parte 14d del alojamiento 14. En otras palabras, el primer cuerpo 18a tubular está concebido de manera que la segunda parte 14d puede insertarse axialmente en la región interna de dicho primer cuerpo 18a tubular y las expansiones 18c pueden acoplarse con la parte 14d' alargada de la propia segunda parte 14d.

- 25 La estructura 18 tubular tiene una abertura 18d en su superficie lateral, de modo que el sensor 11 puede estar al menos parcialmente enfrentado a la región predeterminada Z del canal de la vagina; en particular, tras el montaje de la estructura tubular sobre la segunda parte 14d del alojamiento 14, el sensor 11 está alineado con dicha abertura 18d y preferiblemente está al menos parcialmente insertado en la misma.

- 30 Ventajosamente, la interferencia que existe entre el sensor 11 y la abertura 18d en la superficie lateral de la estructura tubular ayuda a impedir el deslizamiento axial mutuo entre la segunda parte 14d (y por tanto el propio sensor 11) y la estructura 18 tubular.

La principal tarea de la estructura 18 tubular es mantener el sensor 11 en su sitio dentro del canal de la vagina del mamífero, de modo que la detección llevada a cabo pueda ser precisa y fiable.

- 35 Además, la cavidad interna del primer cuerpo 18a tubular es útil para permitir la inserción de un catéter para llevar a cabo una operación de inseminación artificial.

- 40 Preferiblemente, la estructura 18 tubular tiene una superficie externa que tiene una sección transversal no circular, tal como se muestra en las figuras 9a y 10a, de modo que se evitan rotaciones de la estructura 18 tubular, y del sensor 11, alrededor del eje longitudinal de la estructura 18 tubular. Preferiblemente, la estructura 18 tubular tiene un extremo 18f ahusado (figura 15) disminuyendo su sección transversal al alejarse de la primera parte 14a del alojamiento 14, para facilitar la inserción de la estructura 18 tubular en el canal de la vagina.

Debe indicarse que la segunda parte 14d del alojamiento 14 puede encajarse con la estructura tubular de otras maneras; por ejemplo, la parte 14d' alargada puede fijarse a la superficie externa de la estructura 18 tubular.

- 45 Por medio del elemento 17 alargado, se permite un desplazamiento relativo parcial entre las partes 14d, 14a segunda y primera del alojamiento 14 para permitir al aparato 1 adaptarse por sí mismo a la conformación del canal de la vagina en animal en examen. En otras palabras, también tras movimientos inevitables del animal, gracias a la estructura descrita anteriormente, el sensor 11 se mantiene en la posición correcta de modo que la determinación del ciclo estral del mamífero es en cualquier caso fiable.

- 50 La conexión eléctrica entre el sensor 11 y el hardware montado dentro de la primera parte 14a del alojamiento 14 puede obtenerse por medio de uno o más cables colocados dentro de una cavidad interna longitudinal tubular del elemento 17 alargado.

Tal como se mencionó anteriormente, el alojamiento 14 puede alojar al menos el sensor 11. Para mantener los medios 10 de detección en la posición correcta para llevar a cabo las funciones que deben realizar, el aparato 1 comprende medios 30 de sujeción (figura 6) para sujetar los medios 10 de detección al canal de la vagina del

mamífero.

5 Los medios 30 de sujeción comprenden un cuerpo 31 principal, que tiene preferiblemente una conformación similar a una varilla y que se extiende a lo largo de un eje longitudinal respectivo X. El cuerpo 31 principal está adaptado para insertarse en un orificio formado en un labio de la vagina del mamífero para definir un vínculo entre dicho labio 2 y los medios 10 de detección. En particular, este orificio puede formarse en la parte superior de uno de los dos labios de la vagina del mamífero; en otras palabras, el orificio no está formado en la base de este labio de la vagina.

De esta manera, el orificio está formado en la parte del labio de la vagina que es la más dotada de tejido elástico en vez de tejido fibroso, de modo que el riesgo de infecciones se minimiza.

10 A modo de ejemplo, el orificio puede formarse a una distancia de aproximadamente 1-2 centímetros desde el punto de unión del labio de la vagina.

Los medios 30 de sujeción comprenden además un elemento 32 de contacto que tiene una superficie 32b de tope que se lleva contra el labio de la vagina del mamífero; preferiblemente el elemento 32 de contacto tiene una conformación similar a una placa.

15 El elemento 32 de contacto tiene además un orificio 32a pasante preferiblemente en una posición sustancialmente central, en el que se introduce el cuerpo 31 principal.

Debe indicarse que también puede usarse un elemento 32' de contacto auxiliar, elemento de contacto auxiliar que tiene una superficie 32b' de tope que se lleva contra una parte 15 de acoplamiento de los medios 10 de detección; el elemento 32' de contacto auxiliar también tiene preferiblemente una conformación similar a una placa.

20 El elemento 32' de contacto auxiliar también tiene un orificio 32a' pasante en una posición sustancialmente central, en el que se introduce el cuerpo 31 principal.

Los medios 30 de sujeción comprenden además un elemento 33 de cierre asociado con al menos un extremo axial del cuerpo 32 principal para mantener los medios 20 de detección en acoplamiento con el labio de la vagina del mamífero.

25 En más detalle, el elemento 33 de cierre comprende un par de elementos 34 de tuerca asociados cada uno con un extremo axial respectivo del cuerpo 31 principal y deslizables a lo largo de dicho cuerpo principal.

También está previsto al menos un par de tornillos 35a sin cabeza, cada uno asociado operativamente con un elemento 34 de tuerca respectivo para sujetar dicho elemento de tuerca al cuerpo 31 principal.

En la realización preferida también se hace provisión de un par adicional de tornillos 35b sin cabeza para hacer que el acoplamiento mutuo entre el cuerpo 31 principal y los elementos 34 de tuerca sea más fiable.

30 Ventajosamente, los medios 10 de detección tienen una parte 15 de acoplamiento dotada de un orificio 15a pasante en el que se inserta el cuerpo 31 principal de los medios 30 de sujeción. Preferiblemente, la parte 15 de acoplamiento es una parte del alojamiento 14. En la realización de las figuras 5a, 5b (normalmente dedicadas a transmisiones inalámbricas) los medios 10 de detección, y en particular el alojamiento 14, también pueden estar dotados de una parte 15' anular auxiliar que tiene un orificio 15a' pasante; de este modo se permite al operario seleccionar la orientación en la que los medios 10 de detección van a disponerse dentro del canal de la vagina del animal.

40 Debe indicarse que la figura 8 se refiere tanto a la realización mostrada en las figuras 4a, 4b como a la realización observada en las figuras 5a, 5b; por tanto el alojamiento se ha representado con ambas partes 15, 15' de acoplamiento. Obviamente, si se considera la realización de las figuras 4a, 4b, el alojamiento 14 estará dotado de la parte 15 de acoplamiento sola.

Como alternativa a los orificios mostrados en las figuras 4a-4b, 5a-5b y 8, la parte 15 de acoplamiento puede mostrar una parte de estrechamiento (es decir, una parte de sección transversal reducida) que define un hombro 14e junto con la primera parte 14a; haciendo tope sobre la misma está un elemento 19 de bloqueo de una conformación sustancialmente anular o en forma de C (figuras 9a-9c, 11a-11c, 12a-12c).

45 El elemento 19 de bloqueo tiene un lóbulo 19a que tiene un orificio 19b pasante para el acoplamiento con un labio de la vagina del animal en examen, a través de los medios 30 de sujeción descritos anteriormente, por ejemplo; en particular, el cuerpo 31 principal de los medios 30 de sujeción puede insertarse en el orificio 19b pasante de dicho lóbulo 19a con el fin de obtener tal acoplamiento.

50 La forma de la superficie interna del elemento 19 de bloqueo coincide sustancialmente con la de la superficie lateral externa de la parte de estrechamiento de la parte 15 de acoplamiento, de modo que el propio elemento 19 de bloqueo puede ajustarse sobre la parte 15 de acoplamiento.

La sujeción entre el elemento 19 de bloqueo y la parte 15 de acoplamiento puede obtenerse a través de medios

convencionales, tales como tornillos por ejemplo.

5 Obsérvese que la parte de acoplamiento mostrada en las figuras 4a-4b, 5a-5b y 8 puede usarse también en la realización con el alojamiento 14 tal como se muestra en las figuras 9a-9c, 11a-11c, 12a-12c y, viceversa, la parte de acoplamiento y el elemento de bloqueo mostrados en las figuras 9a-9c, 11a, 11c, 12a-12c también pueden usarse en la realización con el alojamiento 14 tal como se muestra en las figuras 4a-4b, 5a-5b y 8.

La figura 8 muestra cómo la parte 16b' de salida del conector 16 se extiende preferiblemente a lo largo de un eje longitudinal Y, eje que está inclinado un ángulo distinto de cero en relación con el eje V perpendicular a la extensión longitudinal del alojamiento 14.

10 En más detalle, el conector 16b está inclinado de tal manera que su parte 16b' de salida se extiende lejos de la segunda parte 14d del alojamiento 14 y al menos dirige parcialmente una boca 16" de salida de la misma hacia la parte 15 de acoplamiento. En otras palabras, la boca 16b" de salida está dispuesta más lejos del sensor 11 que una región 160 de unión definida entre el conector 16b en forma de L y el conector 16a.

En la práctica, cuando los medios 10 de detección deben sujetarse al canal de la vagina del mamífero, se llevan a cabo las siguientes etapas:

- 15 - formar un orificio pasante en un labio 2 de la vagina del mamífero (preferiblemente en la posición establecida anteriormente);
- insertar el cuerpo 31 principal en dicho orificio pasante;
- llevar la superficie 32b de tope del elemento 32 de contacto contra el labio de la vagina del mamífero, a través de la inserción del cuerpo 31 principal en el orificio 32a pasante del propio elemento 32 de contacto;
- 20 - introducir la parte 15 de acoplamiento de los medios 10 de detección (o el lóbulo 19a del elemento 19 de bloqueo) hasta que haga tope contra el labio 2 de la vagina del mamífero, en el lado opuesto en relación con el elemento 32 de contacto, insertándose el cuerpo 31 principal en el orificio 15a (o 19b) pasante;
- provocar el deslizamiento de los elementos 34 de tuerca a lo largo del cuerpo 31 principal, hasta que se logre la sujeción mutua entre los elementos mencionados anteriormente;
- 25 - bloquear la posición de dichos elementos 34 de tuerca a través de los tornillos 35a sin cabeza y los tornillos 35b sin cabeza si se proporciona el uso de estos últimos.

En el caso de usar también el elemento 32' de contacto auxiliar, este último está montado en el cuerpo 31 principal (a través de la inserción de este último en el orificio 32a' pasante del elemento 32' de contacto auxiliar) en el extremo axial opuesto con respecto al elemento 32 de contacto.

30 En la práctica, mientras que el elemento 32 de contacto hace tope contra el labio 2 de la vagina del mamífero, el elemento 32' de contacto auxiliar tiene una superficie 32b' de tope que se lleva contra la parte 15 de acoplamiento de los medios 10 de detección (o el lóbulo 19a del elemento 19 de bloqueo).

35 Resulta evidente que las etapas establecidas anteriormente no deben realizarse necesariamente siguiendo el orden especificado anteriormente; sólo es importante que al menos uno de los elementos 34 de tuerca esté montado en el cuerpo 31 principal tras haberse introducido este último en el orificio 32a pasante del elemento 32 de contacto, el orificio formado en el labio de la vagina del animal, el orificio 15' pasante de la parte 15 de acoplamiento de los medios 10 de detección (o el orificio 19b pasante de dicho lóbulo 19) y posiblemente el orificio 32a' pasante del elemento 32' de contacto auxiliar.

40 Debe indicarse que los medios 30 de sujeción también pueden emplearse con otros tipos de sensores y dispositivos adecuados para el acoplamiento con el canal de la vagina de un animal.

En virtud de la estructura descrita hasta ahora, los medios 10 de detección pueden por tanto detectar de manera fiable la cantidad de sangre perfundida en una región predeterminada del canal de la vagina del mamífero y generar la señal 20 principal correspondiente.

45 La señal 20 principal se transmite a una unidad 40 de procesamiento (figura 7) cuya función es determinar el estado de reproducción del mamífero dependiendo de la propia señal 20 principal.

En particular, una interfaz 21 lleva a cabo la amplificación y el filtrado de la señal 20 principal de modo que esta última está adaptada para transmitirse a la unidad 40 de procesamiento y someterse a las operaciones de procesamiento posteriores.

50 De manera conveniente, la unidad 40 de procesamiento comprende una memoria 41 en la que se almacenan uno o más parámetros 41a de referencia para el estado de reproducción del mamífero en observación; estos parámetros 41a de referencia representan, por ejemplo, valores típicos de los niveles de enrojecimiento de la vulva del animal

durante el periodo estrol.

5 Estos valores pueden referirse de una manera equivalente a la cantidad de sangre perfundida en la superficie interna del canal de la vagina del animal; de hecho, tal como se estableció anteriormente, la cantidad de enrojecimiento de la zona de la vulva del animal y la cantidad de sangre que fluye al canal de la vagina son dos magnitudes que están estrictamente relacionadas entre sí.

La unidad 40 de procesamiento comprende además un bloque 42 de comparación asociado con la memoria 41 para comparar uno o más parámetros 41a de referencia con la señal 20 principal. De este modo, puede determinarse el estado de reproducción del mamífero y pueden programarse las etapas posteriores para la inseminación artificial.

10 En otras palabras, la comparación llevada a cabo por el bloque 42 de comparación tiene como objetivo verificar si las magnitudes incorporadas en la señal 20 principal (nivel de enrojecimiento de la vulva/cantidad de sangre perfundida) corresponden sustancialmente a los valores de referencia almacenados previamente; si eso es así, hay una posibilidad muy alta de que el animal esté en el periodo fértil y por tanto puede ponerse en práctica el procedimiento de inseminación.

15 En más detalle, la unidad 40 de procesamiento está dotada de un software de control que, dependiendo de los datos recibidos a través de la señal 20 principal, puede predecir el momento de la ovulación de una manera muy fiable, permitiendo así una programación cuidadosa de la actividad de inseminación artificial.

Los parámetros 41a de referencia considerados para el procesamiento pueden referirse a la duración global del enrojecimiento de la vulva y/o la intensidad de este enrojecimiento.

20 En la práctica, la memoria 41 y el bloque 42 de comparación pueden fabricarse en forma de un PC convencional programado adecuadamente.

Ventajosamente, la medición del enrojecimiento puede ser de tipo relativo; es decir, pueden tenerse en cuenta cambios en el volumen de sangre. Para un análisis de este tipo, durante una etapa de aprendizaje inicial del sistema es necesario evaluar el nivel basal específico para cada animal; el valor de medición final establecerá por tanto la cantidad de la variación en relación con el nivel basal.

25 Puesto que los cambios en el color de la vulva son un signo característico de la fase proestrol/estrol y los estrógenos en circulación, resulta evidente que la monitorización de estos cambios, y la puesta en relieve de las relaciones con algunas hormonas características tales como estrógenos y/o progesterona, representa un elemento muy útil para planear la inseminación artificial.

30 La figura 2 es un diagrama que muestra la relación entre la escala de enrojecimiento de la vagina y el desarrollo del ciclo estrol del animal; en particular, la parte superior del gráfico muestra el tiempo en el eje x y la cantidad de enrojecimiento en el eje y.

Tal como puede observarse, el intervalo de mayor enrojecimiento se produce inmediatamente antes de la ovulación, es decir, el periodo de la fertilidad máxima del animal.

35 La unidad 40 de procesamiento, y en particular el bloque 42 de comparación, se configura por tanto para generar una señal 50 de notificación adecuada, si un mamífero predeterminado está próximo a su periodo fértil.

La señal de notificación puede activar, por ejemplo, una señal de tipo visual y/o sonoro.

Ventajosamente, el estado de reproducción del mamífero se determina mediante la unidad 40 de procesamiento dependiendo del color adquirido por la pared de la vagina del mamífero, que es representativo de la cantidad de sangre perfundida en la región predeterminada Z del canal de la vagina.

40 Por ejemplo, puede emitirse una radiación infrarroja y detectarse la correspondiente radiación reflejada por la región Z, para determinar cambios del enrojecimiento del canal de la vagina; preferiblemente la radiación IR tiene una longitud de onda comprendida entre 760 nm y 1400 nm, en particular entre 800 nm y 820 nm (por ejemplo igual a 810 nm) o entre 950 nm y 970 nm (por ejemplo igual a 960 nm). Como alternativa, puede emplearse una radiación roja; tal radiación puede tener una longitud de onda incluida entre 500 nm y 760 nm, preferiblemente entre 600 nm y 760 nm, por ejemplo igual a 640 nm.

45 En el caso de usarse una única longitud de onda, la intensidad de la radiación se considera directamente como una medida del enrojecimiento del canal de la vagina, sin procesamiento sustancial adicional.

El estado de reproducción del mamífero también puede determinarse mediante la unidad 40 de procesamiento basándose en una comparación de las componentes cromáticas que definen el color de la pared de la vagina.

50 Las componentes cromáticas pueden ser componentes de diferentes longitudes de onda de la misma radiación electromagnética, o emisiones de radiación separadas de diferentes longitudes de onda.

Según una primera realización, dichas longitudes de onda comprenden una primera longitud de onda incluida entre 760 nm y 1400 nm, es decir, la primera longitud de onda se encuentra dentro del intervalo infrarrojo; preferiblemente, la primera longitud de onda está comprendida entre 800 nm y 820 nm (por ejemplo, es igual a 810 nm) o entre 950 nm y 970 nm (por ejemplo, es igual a 960 nm). Según la misma primera realización, dichas longitudes de onda comprenden además al menos una segunda longitud de onda diferente de dicha primera longitud de onda e incluida preferiblemente entre 400 nm y 760 nm, en particular entre 500 y 760 nm, y más preferiblemente entre 600 nm y 760 nm. Por ejemplo, la segunda longitud de onda puede ser igual a 640 nm. Preferiblemente, dichas longitudes de onda comprenden además una tercera longitud de onda diferente de dichas longitudes de onda primera y segunda; la tercera longitud de onda puede estar incluida entre 490 nm y 600 nm. En una realización preferida, las longitudes de onda segunda y tercera pueden identificar colores complementarios, de modo que se determina el ciclo estral del mamífero como función de una radiación IR (primera longitud de onda) y de una pareja de colores complementarios (longitudes de onda segunda y tercera).

Según una segunda realización, las longitudes de onda primera y segunda identifican colores complementarios, estando incluida la primera longitud de onda entre 500 nm y 760 nm (en la práctica, rojo o verde).

En una realización adicional, la primera longitud de onda puede estar incluida entre 630 nm y 760 nm (rojo), la segunda longitud de onda puede estar incluida entre 500 nm y 570 nm (verde) y la tercera longitud de onda puede estar comprendida entre 410 nm y 490 nm (azul).

Comparando las emisiones de radiación o las componentes a las longitudes de onda primera y segunda, tras la detección de variaciones en la intensidad de las longitudes de onda individuales, pueden aparecer los siguientes acontecimientos:

- las componentes o emisiones de radiación se ven sometidas a variaciones que son "concordantes", es decir, las diferentes intensidades varían siguiendo el mismo ciclo, por ejemplo según el mismo factor de proporcionalidad (las intensidades de las diferentes componentes o emisiones de radiación aumentan todas en un factor de 1,5, por ejemplo); esto significa que no hay ninguna variación en el color de la pared de la vagina del mamífero, sino que simplemente los medios de detección se han desplazado más cerca (aumento de la intensidad) o más lejos (disminución de la intensidad) con respecto a la pared de la vagina, como resultado de un movimiento del animal, por ejemplo;

- las componentes o emisiones de radiación se ven sometidas a variaciones que son "discordantes", es decir, las diferentes intensidades varían siguiendo diferentes ciclos, por ejemplo según factores de proporcionalidad diferentes (la radiación o componente a la primera longitud de onda aumenta en un factor de 1,5 mientras que la radiación o componente a la segunda longitud de onda se mantiene sustancialmente sin cambios, por ejemplo); esto significa que ha habido un cambio en el color de la pared de la vagina del mamífero, y en particular el aumento de la intensidad de la componente roja revela el comienzo del periodo fértil del animal.

A modo de ejemplo, la comparación entre las componentes o emisiones de radiación a diferentes longitudes de onda puede tener lugar a través del cálculo de la razón entre las intensidades de dichas componentes o emisiones de radiación.

Si dos de dichas longitudes de onda identifican colores complementarios, la comparación entre las intensidades puede llevarse a cabo comparando la variación de intensidad de la primera longitud de onda con la variación de intensidad de la radiación obtenida de la suma (o superposición) de dichos colores complementarios. En la práctica, la variación de intensidad de la primera longitud de onda se compara con la variación de intensidad de blanco/gris/negro proporcionada por la suma de los colores complementarios. En este caso también, el ciclo estral se determina como una función de variaciones "concordantes" o "discordantes".

Claramente, si también se tiene en cuenta una radiación o componente a la tercera longitud de onda, la exposición anterior también se extiende de la misma manera a esta radiación o componente.

Debe indicarse que la primera longitud de onda (radiación IR en la realización, rojo-verde en la realización, rojo en la tercera realización) puede ser representativa del enrojecimiento de la región Z del canal de la vagina; la segunda, y preferiblemente la tercera longitud de onda, pueden usarse para determinar si las variaciones de intensidades de la primera longitud de onda corresponden a variaciones del enrojecimiento de la vagina o a simples movimientos del sensor 11.

Tal información puede obtenerse claramente también en el caso de que la intensidad de la primera longitud de onda no varíe, mientras que la segunda (y/o tercera) longitud de onda cambie.

Como alternativa, en la primera realización, la segunda longitud de onda (preferiblemente cuando está incluida entre 600 nm y 760 nm) puede ser representativa del enrojecimiento del canal de la vagina, mientras que la primera y posiblemente la tercera longitud de onda se usan para determinar si se ha producido un cambio en el enrojecimiento del canal de la vagina.

Para llevar a cabo este tipo de análisis, el sensor 11 está dotado de un elemento 100 emisor para generar al menos

una radiación electromagnética R1 dirigida sobre la región predeterminada Z de la pared de la vagina del mamífero; así se obtiene una radiación reflejada correspondiente R2.

5 El sensor 11 comprende además un elemento 120 receptor para recibir dicha radiación reflejada desde la región predeterminada Z de la pared de la vagina; entonces se genera la señal 20 principal dependiendo de la radiación reflejada R2 recibida desde el elemento 120 receptor.

Tal como se estableció anteriormente, según una realización básica pero eficaz, sólo puede emplearse una longitud de onda. Dicha longitud de onda puede encontrarse en el intervalo infrarrojo (760 nm-1400 nm, preferiblemente 800 nm-820 nm o 950 nm-970 nm, por ejemplo ser igual a 810 nm o 960 nm) o en el intervalo de luz roja (500 nm-760 nm, preferiblemente 600 nm-760 nm, por ejemplo ser igual a 640 nm).

10 En el caso de que se tengan en cuenta dos o más longitudes de onda para determinar el estado de reproducción del mamífero, se prevén dos realizaciones.

Según una primera realización (figura 13), el elemento 100 emisor genera una radiación electromagnética que tiene componentes de diferentes longitudes de onda, y en particular una primera componente que tiene una longitud de onda incluida entre 760 nm y 1400 nm, y al menos una segunda componente incluida entre 400 nm y 760 nm.
15 Preferiblemente, la segunda componente tiene una longitud de onda incluida entre 500 nm y 760 nm, en particular entre 600 nm y 760 nm, por ejemplo igual a 640 nm.

Preferiblemente, la radiación electromagnética comprende una tercera componente de una longitud de onda incluida entre 490 nm y 600 nm.

20 El elemento 120 receptor comprende un primer detector 121 adaptado para detectar emisiones de radiación electromagnética de longitudes de onda incluidas entre 760 nm y 1400 nm, y al menos un segundo detector 122 adaptado para detectar emisiones de radiación electromagnética de longitudes de onda incluidas entre 400 nm y 760 nm, en particular entre 500 nm y 760 nm, y más preferiblemente entre 600 nm y 760 nm, por ejemplo 640 nm.

Preferiblemente, el elemento receptor comprende además un tercer detector 123, adaptado para detectar emisiones de radiación que tienen una longitud de onda incluida entre 490 nm y 600 nm.

25 Como alternativa, la primera longitud de onda puede estar comprendida entre 500 nm y 760 nm, y la segunda longitud de onda puede identificar el color complementario del color asociado a la primera longitud de onda, estando incluida la segunda longitud de onda entre 410 nm y 500 nm.

30 Como alternativa adicional, la primera longitud de onda puede estar incluida entre 630 nm y 760 nm (rojo), la segunda longitud de onda puede estar incluida entre 500 nm y 570 nm (verde) y la tercera longitud de onda puede estar comprendida entre 410 nm y 490 nm (azul).

A modo de ejemplo, cada detector puede comprender un filtro de entrada F para filtrar la radiación entrante y seleccionar el intervalo de longitudes de onda que debe recibirse, y un dispositivo fotosensible tal como un fotodiodo D, para convertir la radiación luminosa recibida en una señal eléctrica.

35 Preferiblemente, cada detector comprende una matriz de fotodiodos 3x3, para mejorar la recepción y reducir el ruido y la inexactitud debidos a los movimientos de los animales.

Sin embargo, debe apreciarse que puede usarse cualquier tipo de sensor adecuado para detectar dicha radiación reflejada; por ejemplo, puede emplearse incluso una pequeña cámara.

40 En la primera realización, por tanto, la radiación que incide sobre la pared de la vagina comprende todas las componentes de interés (puede ser una luz blanca, por ejemplo) y, tras haberse reflejado la radiación por la pared de la vagina, se filtran las componentes individuales mediante el elemento 120 receptor, por medio de la estructura descrita anteriormente.

Una unidad 80b de gestión lleva a cabo la incorporación de los parámetros de interés (intensidad) de las componentes individuales en la señal 20 principal y la transmisión de la señal 20 principal a la unidad 40 de procesamiento para operaciones de procesamiento posteriores.

45 La unidad 40 de procesamiento compara entre sí las intensidades de las diferentes componentes seleccionadas, para determinar el estado de reproducción del mamífero en examen.

50 En una segunda realización (figura 14), el elemento 100 emisor comprende un primer dispositivo 101 de emisión para generar una primera radiación electromagnética a una primera longitud de onda incluida en el intervalo de 760 nm a 1400 nm, y al menos un segundo dispositivo 102 de emisión para generar una segunda radiación electromagnética a una segunda longitud de onda incluida entre 400 nm y 760 nm.

Preferiblemente, la segunda longitud de onda está incluida entre 500 nm y 760 nm, en particular entre 600 nm y 760 nm, por ejemplo es igual a 640 nm.

Preferiblemente, el elemento 100 emisor comprende un tercer dispositivo 103 de emisión para generar una tercera radiación electromagnética a una tercera longitud de onda incluida entre 490 nm y 600 nm.

5 Preferiblemente, el elemento 100 emisor comprende una pareja de dispositivos de emisión para cada radiación (es decir, para cada longitud de onda). En el caso de que sólo se usen las longitudes de onda primera y segunda, el elemento 100 emisor puede comprender tres dispositivos de emisión para cada longitud de onda. En caso de que también se use la tercera longitud de onda, se proporcionan dos dispositivos de emisión para cada longitud de onda. Por tanto, el elemento 100 emisor puede comprender seis dispositivos de emisión, situados de manera alterna en los vértices de un hexágono equilátero, de modo que entre cada pareja de dispositivos de emisión iguales esté situado al menos un dispositivo de emisión diferente. Preferiblemente, dentro de dicho hexágono está situado el elemento 10 receptor (en particular, el detector 120a que se dará a conocer a continuación en el presente documento).

10 En la segunda realización el elemento 120 receptor comprende un detector 120a que puede detectar emisiones de radiación electromagnética a dicha primera longitud de onda y dicha segunda longitud de onda; si el elemento 100 emisor está dotado de dicho tercer dispositivo 103 emisor, el detector 120a del elemento 120 receptor se configura también para detectar emisiones de radiación a la tercera longitud de onda. Como alternativa, el receptor 120 puede comprender dos o más detectores específicos (no mostrados), cada uno adaptado para detectar una longitud de onda emitida por un dispositivo de emisión respectivo; preferiblemente dichos detectores específicos están dispuestos alternativamente según una estructura de “tablero de ajedrez”, de modo que se logra una detección uniforme de tal longitud de onda.

15 Los medios 10 de detección comprenden además una unidad 80a de control, asociada operativamente con los dispositivos de emisión para accionar selectivamente estos últimos y producir, a diferentes intervalos de tiempo, emisiones de radiación electromagnética a diferentes longitudes de onda.

20 En otras palabras, la unidad 80a de control activa los dispositivos de emisión en sucesión, de modo que las emisiones de radiación a la primera longitud de onda se generan en diferentes instantes en relación con las emisiones de radiación a la segunda longitud de onda, y con las emisiones de radiación a la tercera longitud de onda, si se proporciona también el tercer dispositivo de emisión.

25 Todas las emisiones de radiación reflejadas generadas por la radiación a las longitudes de onda primera, segunda y preferiblemente tercera se reciben por el mismo detector 120a (o por los detectores específicos mencionados anteriormente).

30 La señal 20 principal es representativa de las intensidades de radiación a longitudes de onda diferentes entre sí recibidas por el detector 120a (o detectores específicos).

La unidad 40 de procesamiento, asociada operativamente con dicho detector 120a o detectores específicos, conociendo los instantes de tiempo (o intervalos) a los que se generan las emisiones de radiación individuales, puede determinar la intensidad de cada radiación reflejada y establecer a qué radiación incidente (es decir, qué longitud de onda) corresponde esta intensidad.

35 Por tanto, aplicando la técnica descrita anteriormente para la comparación entre las intensidades a las diferentes longitudes de onda, se determina el estado de reproducción del animal.

Debe indicarse que, debido a la estructura descrita hasta ahora, pueden monitorizarse varios animales simultáneamente, de modo que el trabajo del personal a cargo se reduce en gran medida.

40 En particular, cada animal en observación puede asociarse con una interfaz 21 respectiva que se configura para comunicarse con los medios 10 de detección introducidos en el canal de la vagina de un animal de este tipo; las diferentes interfaces 21 también están conectadas con una única unidad 40 de procesamiento que realiza las operaciones para determinar el ciclo estral de los animales de una manera centralizada.

45 Tal como se mencionó anteriormente, la conexión entre los medios 10 de detección y la interfaz respectiva puede obtenerse tanto a través de un cableado adecuado, como a través de tecnologías inalámbricas (Bluetooth, por ejemplo). Por tanto, los medios 10 de detección pueden estar dotados de una unidad de potencia portátil recargable (baterías de tamaño adecuado, por ejemplo) para permitir una correcta detección incluso en ausencia de conexión a través de cables con el resto del aparato 1.

50 Además de lo anterior, puede estar previsto que los medios 10 de detección realicen una “doble lectura” de la pared interna del canal de la vagina del animal; en otras palabras, estos medios 10 de detección pueden comprender un par de sensores que llevan a cabo operaciones de detección en lados opuestos del canal de la vagina.

En la práctica, en el alojamiento 14 están montados dos sensores pletismográficos que están enfrentados a diferentes partes del canal de la vagina, y en particular superficies opuestas de la misma.

En este caso, se adquieren simultáneamente dos señales, y los datos detectados se tendrán en cuenta por la unidad 40 de procesamiento sólo si las dos operaciones de detección distintas suministran valores que concuerdan entre sí.

Desde el punto de vista del funcionamiento, debe indicarse lo siguiente.

En primer lugar, los medios 10 de detección se insertan al menos parcialmente en el canal de la vagina del mamífero y se sujetan de manera que las operaciones de detección llevadas a cabo pueden ser precisas y fiables.

- 5 Con este objetivo, las etapas establecidas anteriormente pueden realizarse en lo que respecta a los medios 30 de sujeción (cuerpo 31 principal, elemento 32 de contacto, elemento 33 de cierre y posiblemente elemento 32' de contacto auxiliar).

Entonces, se detecta la cantidad de sangre perfundida en una región predeterminada del canal de la vagina del animal; esta detección tiene lugar preferiblemente a través de un sensor, en particular de tipo pletismográfico, adaptado para detectar el enrojecimiento de la pared interna de la vulva.

- 10 Para realizar esta detección, puede usarse una radiación infrarroja, que tiene una longitud de onda preferiblemente incluida entre 760 nm y 1400 nm, en particular incluida entre 800 nm y 820 nm (por ejemplo igual a 810 nm) o entre 950 nm y 970 nm (por ejemplo igual a 960 nm); alternativamente puede usarse una radiación roja, incluida entre 500 nm y 760 nm, preferiblemente entre 600 nm y 760 nm, por ejemplo igual a 640 nm.

- 15 En el caso de que se use una única longitud de onda, la intensidad de la radiación se considera directamente como una medida del enrojecimiento del canal de la vagina, sin procesamiento sustancial adicional.

Según una técnica más compleja, se lleva a cabo preferiblemente una etapa de comparación entre las emisiones de radiación o componentes de radiación a diferentes longitudes de onda reflejadas desde la región predeterminada Z del canal de la vagina del mamífero, determinándose el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de dicha comparación.

- 20 En particular, dichas diferentes longitudes de onda comprenden:

- una primera longitud de onda incluida en el intervalo de 760 nm a 1400 nm;
- al menos una segunda longitud de onda incluida entre 400 nm y 760 nm.

Tal como se indicó anteriormente, preferiblemente la segunda longitud de onda está incluida entre 500 nm y 760 nm, y en particular entre 600 nm y 760 nm, por ejemplo es igual a 640 nm.

- 25 Ventajosamente, las longitudes de onda diferentes entre sí también comprenden una tercera longitud de onda incluida entre 490 nm y 600 nm.

Generalmente, se genera al menos una radiación electromagnética que se dirige a la región predeterminada Z para obtener una radiación reflejada correspondiente, de modo que se genera la señal principal dependiendo de esta radiación reflejada.

- 30 Según una primera realización del procedimiento, la radiación electromagnética comprende al menos una primera y una segunda longitud de onda, estando incluida la primera longitud de onda en el intervalo de 760 nm a 1400 nm, mientras que la segunda longitud de onda está incluida entre 400 nm y 760 nm.

La segunda longitud de onda puede estar incluida entre 500 nm y 760 nm, preferiblemente entre 600 nm y 760 nm, en particular ser igual a 640 nm.

- 35 La radiación electromagnética puede comprender también una tercera longitud de onda incluida entre 490 nm y 600 nm.

Durante la etapa de recepción, se lleva a cabo el filtrado de una primera componente a la primera longitud de onda, de una segunda componente a la segunda longitud de onda y preferiblemente de una tercera componente a la tercera longitud de onda.

- 40 El estado de reproducción del mamífero se determina por tanto dependiendo de una comparación entre dichas componentes.

Como alternativa, la primera longitud de onda puede estar comprendida entre 500 nm y 760 nm, y la segunda longitud de onda puede identificar el color complementario del color asociado a la primera longitud de onda, estando incluida la segunda longitud de onda entre 410 nm y 500 nm.

- 45 Como alternativa adicional, la primera longitud de onda puede estar incluida entre 630 nm y 760 nm (rojo), la segunda longitud de onda puede estar incluida entre 500 nm y 570 nm (verde) y la tercera longitud de onda puede estar comprendida entre 410 nm y 490 nm (azul).

- 50 Según una segunda realización del procedimiento, se generan una primera radiación electromagnética a una primera longitud de onda incluida entre 760 nm y 1400 nm y una segunda radiación electromagnética a una segunda longitud de onda incluida entre 400 nm y 760 nm, preferiblemente entre 500 nm y 760 nm, en particular entre 600 nm

y 760 nm.

Preferiblemente, también se genera una tercera radiación electromagnética a una tercera longitud de onda incluida entre 490 nm y 600 nm.

5 Ventajosamente, la primera y segunda radiación electromagnética (y preferiblemente la tercera radiación electromagnética) se generan selectivamente dentro de diferentes intervalos de tiempo, de modo que a cada instante de tiempo sólo se genera una radiación electromagnética. Entonces se determina el estado de reproducción del mamífero dependiendo de una comparación entre al menos una radiación reflejada generada por una radiación electromagnética a la primera longitud de onda y al menos una radiación reflejada generada por una radiación electromagnética a la segunda longitud de onda.

10 Preferiblemente, también se incluye en la etapa de comparación una radiación reflejada generada por una radiación electromagnética a la tercera longitud de onda.

Como alternativa, la primera longitud de onda puede estar comprendida entre 500 nm y 760 nm, y la segunda longitud de onda puede identificar el color complementario del color asociado a la primera longitud de onda, estando incluida la segunda longitud de onda entre 410 nm y 500 nm.

15 Como alternativa adicional, la primera longitud de onda puede estar incluida entre 630 nm y 760 nm (rojo), la segunda longitud de onda puede estar incluida entre 500 nm y 570 nm (verde) y la tercera longitud de onda puede estar comprendida entre 410 nm y 490 nm (azul).

Tras la detección anterior, se genera una señal 20 principal que es representativa de dicha cantidad de sangre perfundida y/o del enrojecimiento de la parte de la pared de la vagina enfrentada a los medios 10 de detección.

20 La señal 20 principal se compara con uno o más parámetros almacenados previamente que son los parámetros 41a de referencia para el estado de reproducción del animal en examen.

Preferiblemente, los parámetros 41a de referencia comprenden parámetros representativos del nivel basal del animal, detectados durante una etapa de aprendizaje inicial del sistema.

25 Dependiendo de esta comparación, se determina el estado de reproducción del mamífero; en particular, se genera una señal 50 de notificación, ventajosamente de tipo visual y/o sonoro, para llamar la atención del operario con respecto al próximo periodo de fertilidad del animal.

La invención logra importantes ventajas.

En primer lugar, el aparato y método de la invención permiten que la actividad de inseminación artificial de mamíferos mantenidos para su cría se programe de una manera precisa y fiable.

30 Además, precisamente en virtud de la fiabilidad del sistema, los costes asociados con la inseminación se minimizan y la tasa de nacimiento de nuevos animales se optimiza.

Otra ventaja se encuentra en el hecho de que, durante la etapa de detección, los medios de detección se sujetan en el canal de la vagina de una manera sustancialmente no extraíble, aumentando así la precisión de la medición.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para detectar el estado de reproducción, en particular el ciclo estral, de un mamífero, que comprende:
 - medios (10) de detección para detectar una cantidad de sangre perfundida en una región predeterminada del canal de la vagina de un mamífero y generar una señal (20) principal correspondiente;
- 5 - una unidad (40) de procesamiento asociada con dichos medios (10) de detección para determinar el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de dicha señal (20) principal.
2. Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos medios (10) de detección comprenden un sensor (11) preferiblemente de tipo pletismográfico.
3. Aparato según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque en condiciones de uso dichos medios (10) de detección están al menos parcialmente insertados en el canal de la vagina de dicho mamífero.
- 10 4. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende además medios (30) de sujeción para sujetar dichos medios (10) de detección al canal de la vagina de dicho mamífero.
5. Aparato según la reivindicación 4, caracterizado porque dichos medios (30) de sujeción comprenden:
 - 15 - un cuerpo (31) principal preferiblemente en forma de varilla que se extiende a lo largo de un respectivo eje longitudinal (X) e insertable en un orificio formado en un labio (2) de la vagina de dicho mamífero para el acoplamiento con dichos medios (10) de detección;
 - al menos un elemento (32) de contacto que tiene una superficie (32b) de tope que se lleva contra el labio (2) de la vagina de dicho mamífero, teniendo además dicho elemento (32) de contacto un orificio (32a) pasante para el acoplamiento con dicho cuerpo (31) principal;
 - 20 - un elemento (33) de cierre asociado con al menos un extremo axial de dicho cuerpo (31) principal para mantener un acoplamiento entre dichos medios (10) de detección y el labio de la vagina de dicho mamífero.
6. Aparato según la reivindicación 5, caracterizado porque dicho elemento (33) de cierre comprende:
 - 25 - un par de elementos (34) de tuerca, asociado cada uno con un extremo respectivo de dicho cuerpo (31) principal y deslizable a lo largo del mismo;
 - al menos un par de tornillos (35a) sin cabeza, cada uno asociado operativamente con un respectivo elemento de tuerca de dichos elementos (34) de tuerca para sujetar dicho elemento de tuerca a dicho cuerpo (31) principal.
7. Aparato según la reivindicación 5, caracterizado porque dichos medios (10) de detección tienen una parte (15) de acoplamiento que tiene un orificio (15a) pasante, orificio pasante que es adecuado para el acoplamiento con dicho cuerpo (31) principal.
- 30 8. Aparato según la reivindicación 5, caracterizado porque dichos medios (10) de detección tienen una parte (15) de acoplamiento dotada de una zona de estrechamiento, comprendiendo dicho aparato (1) un elemento (19) de bloqueo montado en dicha zona de estrechamiento y dotado de un lóbulo (19a) que tiene un orificio (19b) pasante para el acoplamiento de dicho cuerpo (31) principal.
- 35 9. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos medios (10) de detección comprenden además un alojamiento (14) preferiblemente de forma alargada para su inserción en el canal de la vagina de dicho mamífero.
10. Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque dicha parte (15) de acoplamiento es una parte de dicho alojamiento (14).
- 40 11. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicha unidad (40) de procesamiento comprende:
 - una memoria (41) que contiene uno o más parámetros (41a) de referencia para el estado de reproducción de dicho mamífero;
 - 45 - un bloque (42) de comparación asociado con dicha memoria (41) para comparar dichos uno o más parámetros (41a) de referencia con dicha señal (20) principal y determinar el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de dicha comparación.
12. Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha unidad (40) de procesamiento está adaptada

para determinar el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de la comparación entre emisiones de radiación o componentes de radiación a diferentes longitudes de onda reflejadas por dicha región (Z) predeterminada de la pared de la vagina del mamífero.

13. Aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque dichas diferentes longitudes de onda comprenden:
- 5 - una primera longitud de onda incluida en el intervalo de 760 nm a 1400 nm;
- al menos una segunda longitud de onda incluida en el intervalo de 400 nm a 760 nm.
14. Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque dicho sensor (11) comprende:
- 10 - al menos un elemento (100) emisor de una radiación electromagnética (R1) dirigida sobre dicha región (Z) predeterminada del canal de la vagina de dicho mamífero, para obtener una radiación reflejada correspondiente (R2);
- al menos un elemento (120) receptor para recibir dicha radiación reflejada (R2), generándose dicha señal (20) principal dependiendo de dicha radiación reflejada (R2).
15. Aparato según la reivindicación 14, caracterizado porque dicha radiación electromagnética (R1) comprende al menos una primera y una segunda longitud de onda diferente de dicha primera longitud de onda, incluyéndose dicha primera longitud de onda preferiblemente dentro del intervalo entre 760 nm y 1400 nm, incluyéndose dicha segunda longitud de onda dentro del intervalo entre 400 nm y 760 nm.
16. Aparato según la reivindicación 15, caracterizado porque dicho elemento (120) receptor comprende:
- 20 - un primer detector (121) adaptado para detectar emisiones de radiación electromagnética a dicha primera longitud de onda;
- al menos un segundo detector (122) adaptado para detectar emisiones de radiación electromagnética a dicha segunda longitud de onda,
- siendo dicha señal (20) principal representativa de una intensidad de una componente a la primera longitud de onda de dicha radiación reflejada (R2) y de una intensidad de una componente a la segunda longitud de onda de dicha radiación reflejada (R2),
- 25 estando dicha unidad (40) de procesamiento asociada operativamente con dichos detectores (121, 122) para determinar el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de una comparación entre dichas componentes.
17. Aparato según la reivindicación 14, caracterizado porque dicho elemento (100) emisor comprende:
- 30 - un primer dispositivo (101) de emisión para generar una primera radiación electromagnética a una primera longitud de onda incluida dentro del intervalo de 760 nm a 1400 nm;
- al menos un segundo dispositivo (102) de emisión para generar una segunda radiación electromagnética a una segunda longitud de onda incluida dentro del intervalo de 400 nm a 760 nm.
18. Aparato según la reivindicación 17, caracterizado porque dichos medios (10) de detección comprenden una unidad (80a) de control asociada operativamente con dichos dispositivos (101, 102) de emisión primero y segundo para accionar selectivamente estos últimos y producir emisiones de radiación electromagnética a diferentes longitudes de onda durante diferentes intervalos de tiempo.
- 35 19. Aparato según la reivindicación 17 ó 18, caracterizado porque dicho elemento (120) receptor comprende:
- un detector (120a) que puede detectar emisiones de radiación electromagnética a dicha primera longitud de onda y dicha segunda longitud de onda,
- 40 estando dicha unidad (40) de procesamiento asociada operativamente con dicho detector (120a) para determinar el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de una comparación entre al menos una radiación reflejada generada por una radiación electromagnética a dicha primera longitud de onda y al menos una radiación reflejada generada por una radiación electromagnética a dicha segunda longitud de onda.
- 45 20. Aparato según la reivindicación 14, caracterizado porque dicha radiación electromagnética (R1) y/o dicha radiación reflejada (R2) tienen una longitud de onda incluida entre 760 nm y 1400 nm, o entre 500 nm y 760 nm.
21. Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque dicho alojamiento (14) tiene:

- una primera parte (14a) que tiene extremos (14b, 14c) primero y segundo axialmente opuestos;
 - una segunda parte (14d) asociada con el primer extremo (14b) de la primera parte (14a) dentro de la que está alojado dicho sensor;
- 5
- un elemento (17) alargado flexible compuesto preferiblemente por material elastomérico, para conectar dicha segunda parte (14d) al primer extremo (14b) de la primera parte (14a).
22. Aparato según la reivindicación 21, caracterizado porque comprende además una estructura (18) tubular acoplada a la segunda parte (14d) del alojamiento (14) para mantener el mismo en una posición predeterminada dentro del canal de la vagina del mamífero.
23. Aparato según la reivindicación 22, caracterizado porque dicha estructura (18) tubular comprende:
- 10
- un primer cuerpo (18a) tubular radialmente interno que es de manera preferible sustancialmente rígido;
 - un segundo cuerpo (18b) tubular radialmente externo que está compuesto preferiblemente por material flexible,
- teniendo dicha estructura (18) tubular preferiblemente una abertura (18d) en una superficie lateral de la misma para alojar dicho sensor (11) al menos parcialmente.
- 15 24. Método de detección del estado de reproducción de un mamífero, en particular el ciclo estral, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
- detectar una cantidad de sangre perfundida en una región predeterminada (Z) del canal de la vagina de un mamífero;
 - generar una señal (20) principal correspondiente representativa de dicha cantidad de sangre;
- 20
- determinar el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de dicha señal (20) principal.
25. Método según la reivindicación 24, caracterizado porque la etapa de determinar el estado de reproducción de dicho mamífero comprende:
- comparar dicha señal (20) principal con uno o más parámetros (41a) de referencia para el estado de reproducción de dicho mamífero;
- 25
- determinar el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de dicha comparación.
26. Método según la reivindicación 24 ó 25, caracterizado porque comprende además una etapa de insertar medios (10) de detección en el canal de la vagina de dicho mamífero para detectar dicha cantidad de sangre, comprendiendo dichos medios (10) de detección preferiblemente un sensor (11) en particular de tipo pletismográfico.
- 30 27. Método según la reivindicación 24, caracterizado porque la etapa de detectar la cantidad de sangre perfundida en la región predeterminada (Z) del canal de la vagina del mamífero comprende una etapa de comparar entre sí emisiones de radiación o componentes de radiación a diferentes longitudes de onda reflejadas por dicha región predeterminada (Z) del canal de la vagina del mamífero, determinándose el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de dicha comparación.
- 35 28. Método según la reivindicación 27, caracterizado porque dichas diferentes longitudes de onda comprenden:
- una primera longitud de onda incluida en el intervalo de 760 nm a 1400 nm;
 - al menos una segunda longitud de onda incluida en el intervalo de 400 nm a 760 nm.
29. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 24 a 28, caracterizado porque la etapa de detectar la cantidad de sangre perfundida en la región predeterminada (Z) del canal de la vagina comprende:
- 40
- generar al menos una radiación electromagnética dirigida sobre dicha región predeterminada (Z) para obtener una radiación reflejada correspondiente;
 - recibir dicha radiación reflejada,
- generándose dicha señal (20) principal dependiendo de dicha radiación reflejada.
- 45 30. Método según la reivindicación 29, caracterizado porque dicha radiación electromagnética comprende al menos una primera y una segunda longitud de onda, incluyéndose dicha primera longitud de onda dentro del intervalo entre 760 nm y 1400 nm, incluyéndose dicha segunda longitud de onda dentro del intervalo

entre 400 nm y 760 nm.

31. Método según la reivindicación 30, caracterizado porque la etapa de recibir dicha radiación reflejada comprende:
- filtrar una primera componente a dicha primera longitud de onda;
- 5 - filtrar al menos una segunda componente a dicha segunda longitud de onda, determinándose el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de una comparación entre dichas componentes primera y segunda.
32. Método según la reivindicación 29, caracterizado porque la etapa de generar dicha al menos una radiación electromagnética comprende:
- 10 - generar una primera radiación electromagnética a una primera longitud de onda incluida dentro del intervalo de 760 nm a 1400 nm;
- generar una segunda radiación electromagnética a una segunda longitud de onda incluida dentro del intervalo entre 400 nm y 760 nm.
33. Método según la reivindicación 32, caracterizado porque dichas emisiones de radiación electromagnética primera y segunda se generan selectivamente en diferentes intervalos de tiempo, determinándose el estado de reproducción de dicho mamífero dependiendo de una comparación entre al menos una radiación reflejada generada por una radiación electromagnética a dicha primera longitud de onda y al menos una radiación reflejada generada por una radiación electromagnética a dicha segunda longitud de onda.
- 15
34. Método según la reivindicación 24 ó 25, caracterizado porque dicha señal (20) principal es representativa de una intensidad de una radiación que tiene una longitud de onda incluida entre 760 nm y 1400 nm o entre 500 nm y 760 nm reflejada por dicha región predeterminada (Z).
- 20
35. Método según la reivindicación 34, caracterizado porque comprende además una etapa de emitir una radiación que tiene una longitud de onda incluida entre 760 nm y 1400 nm o entre 500 nm y 760 nm sobre dicha región predeterminada (Z) para generar dicha radiación reflejada.

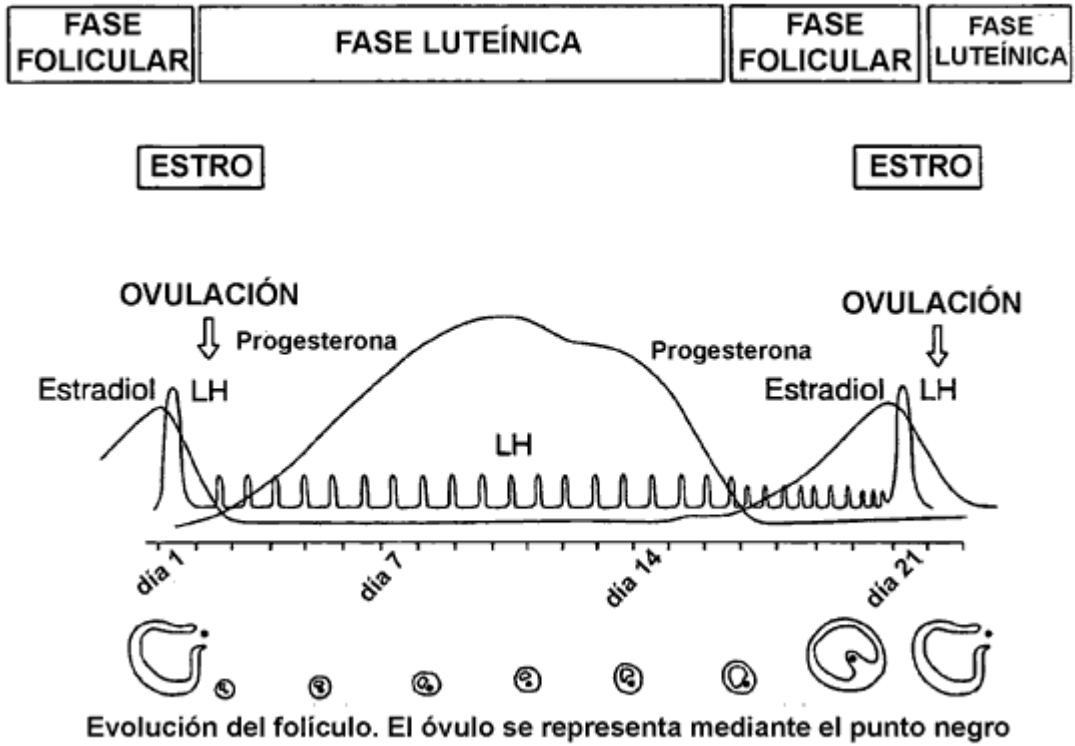


FIG 1

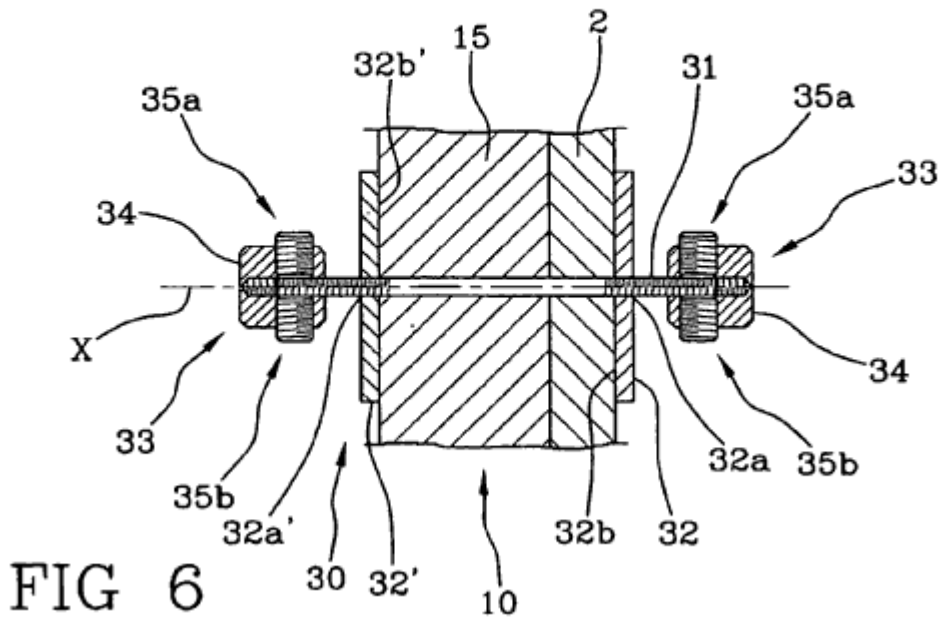


FIG 2

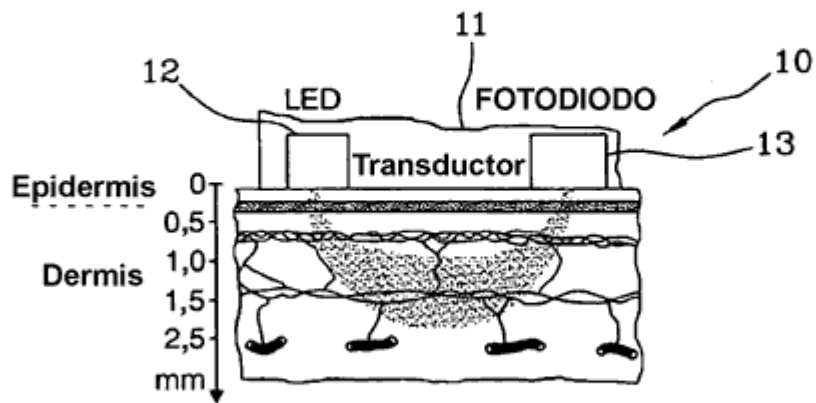
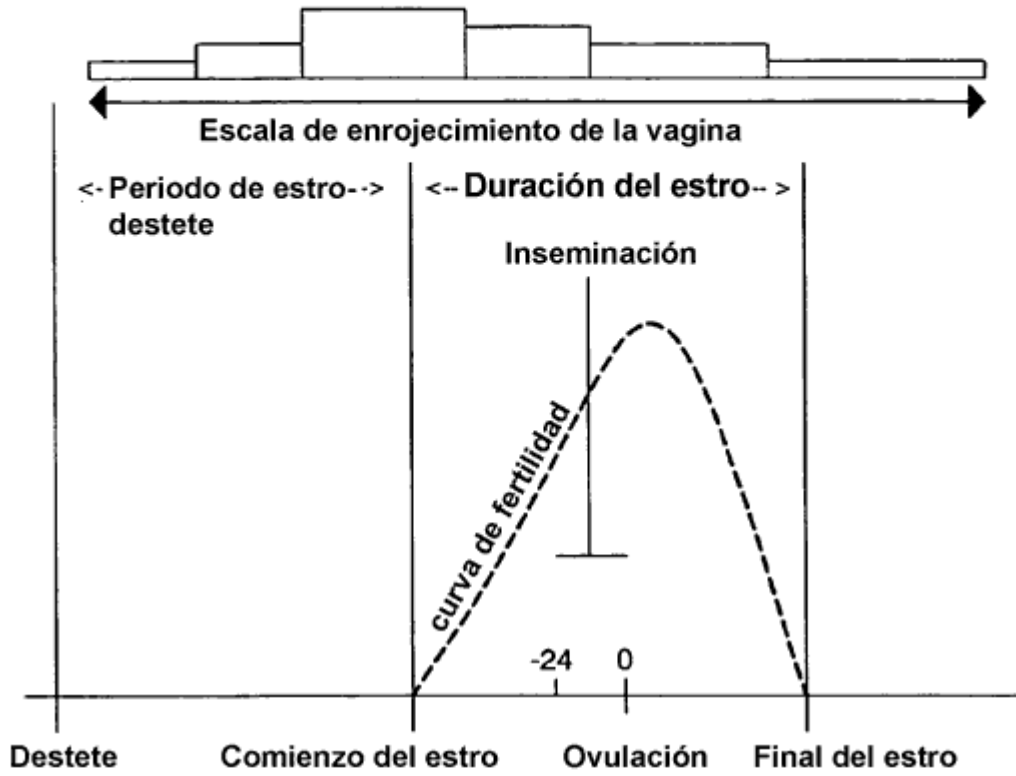


FIG 3

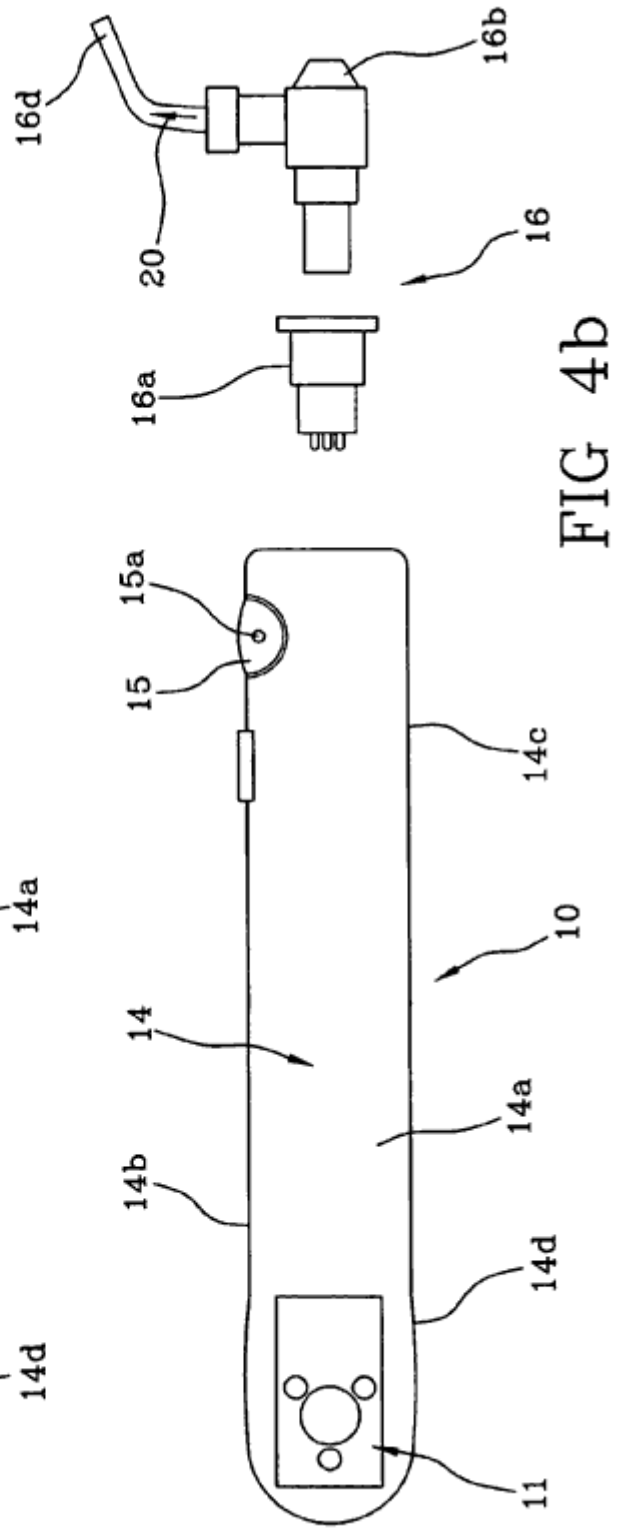
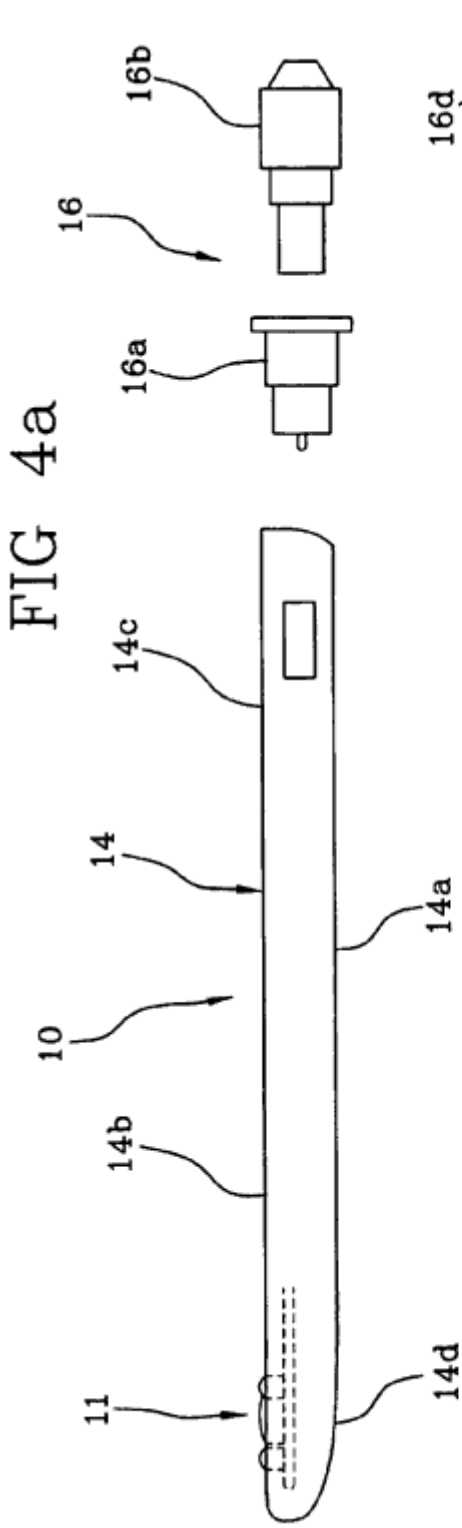


FIG 5a

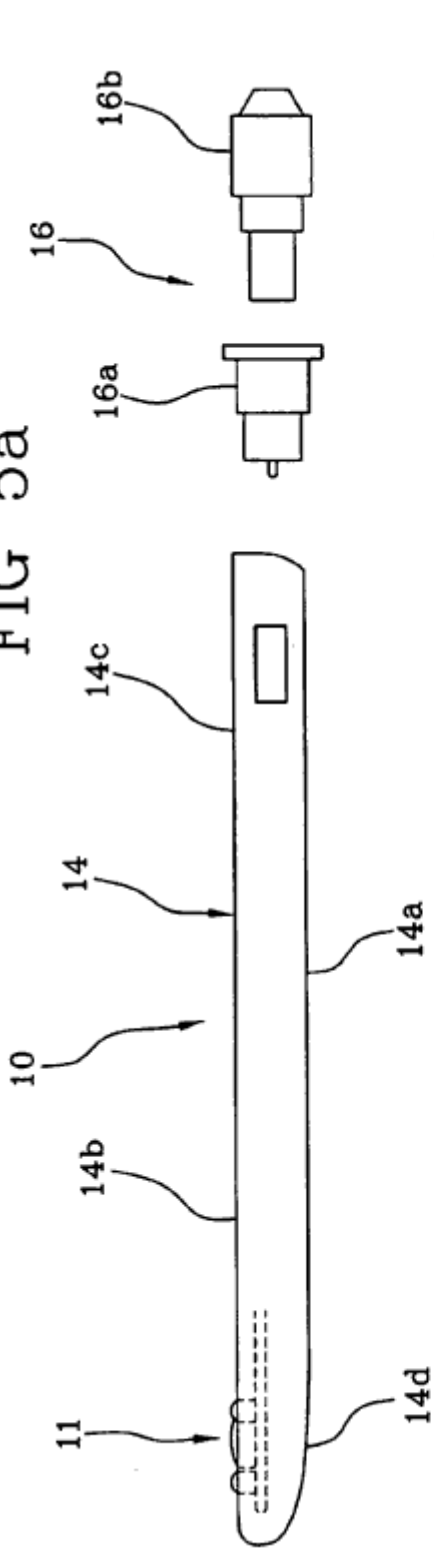
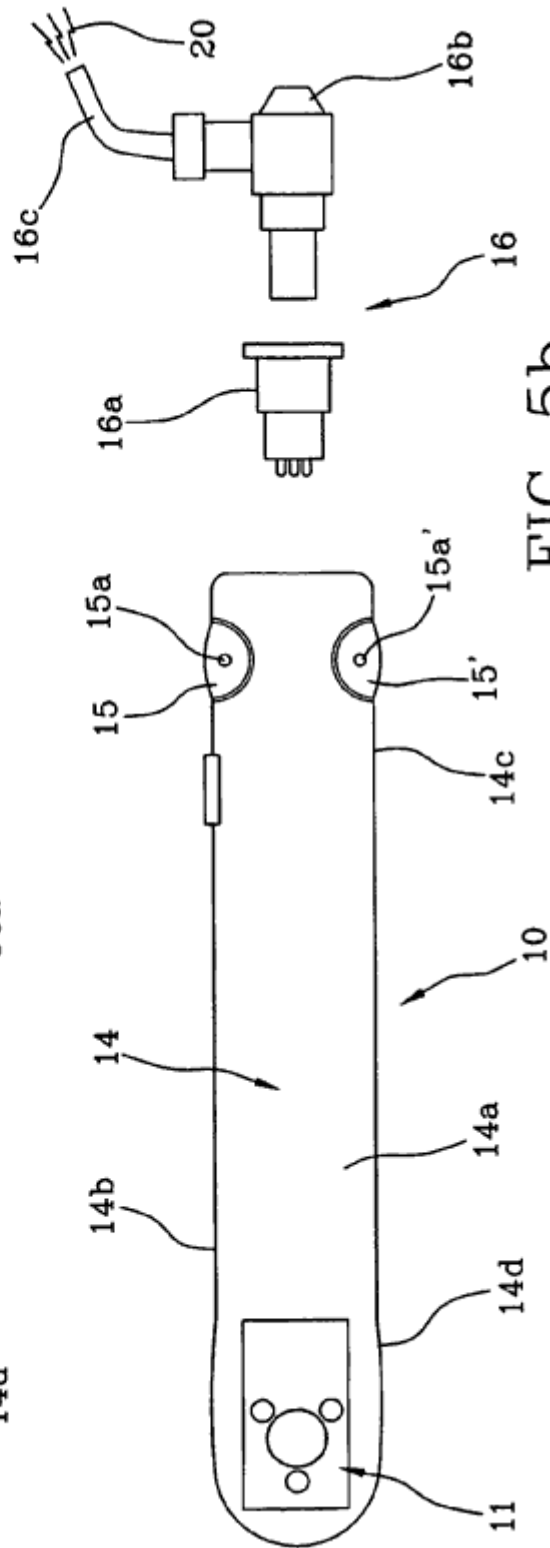


FIG 5b



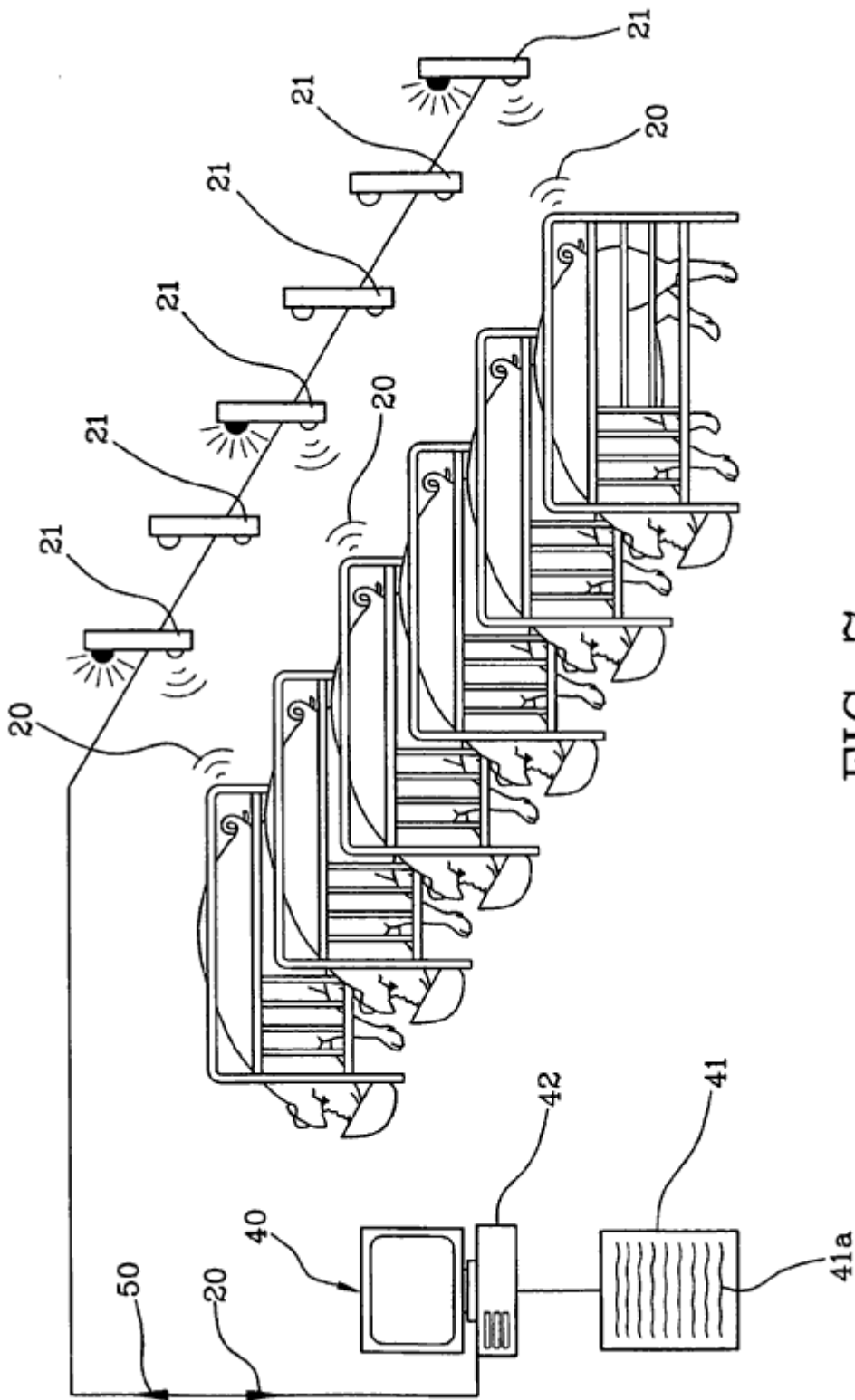
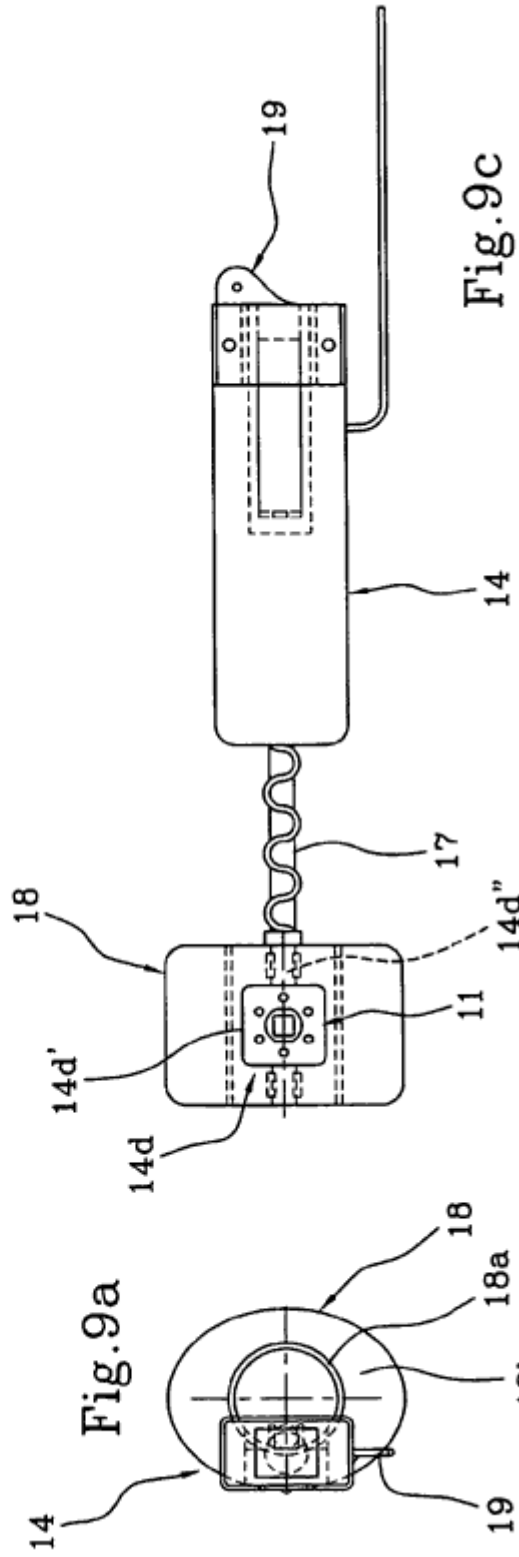
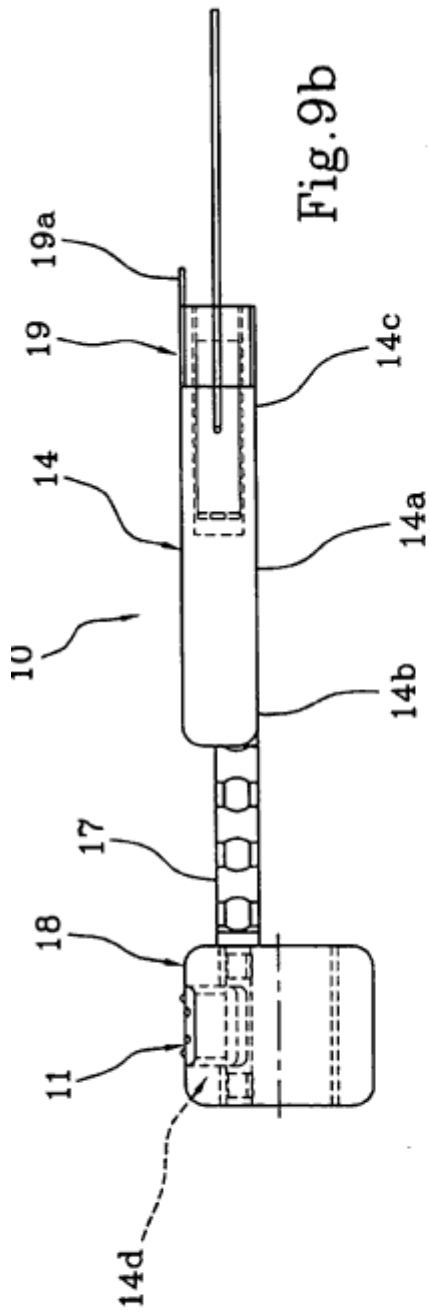
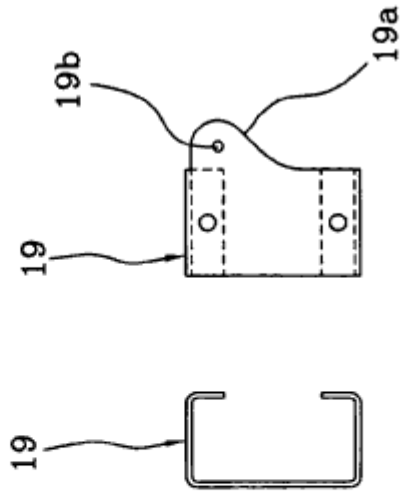
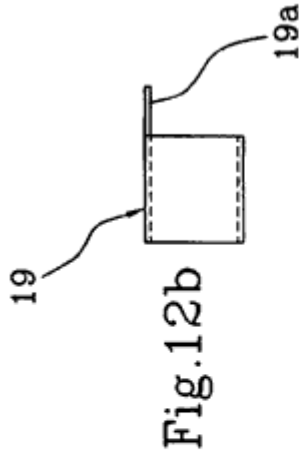
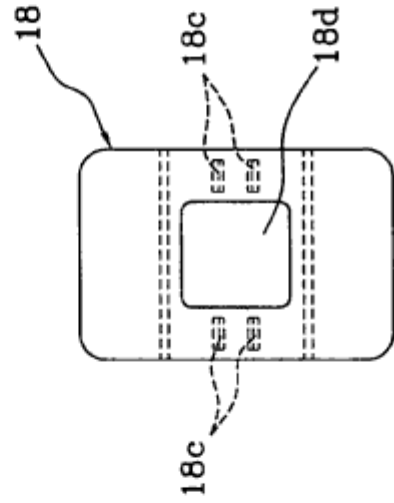
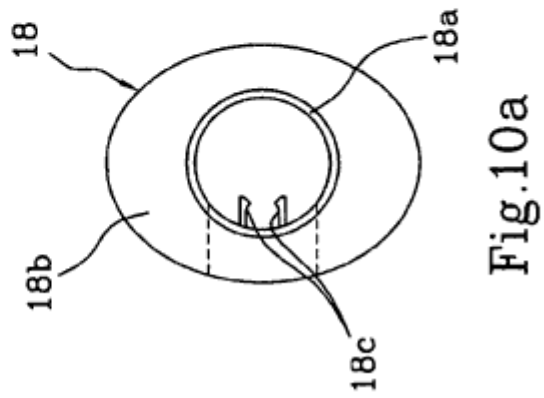
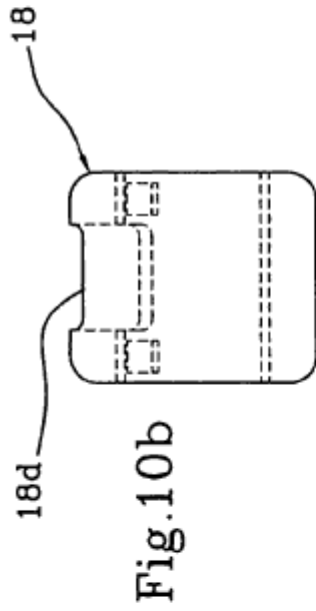
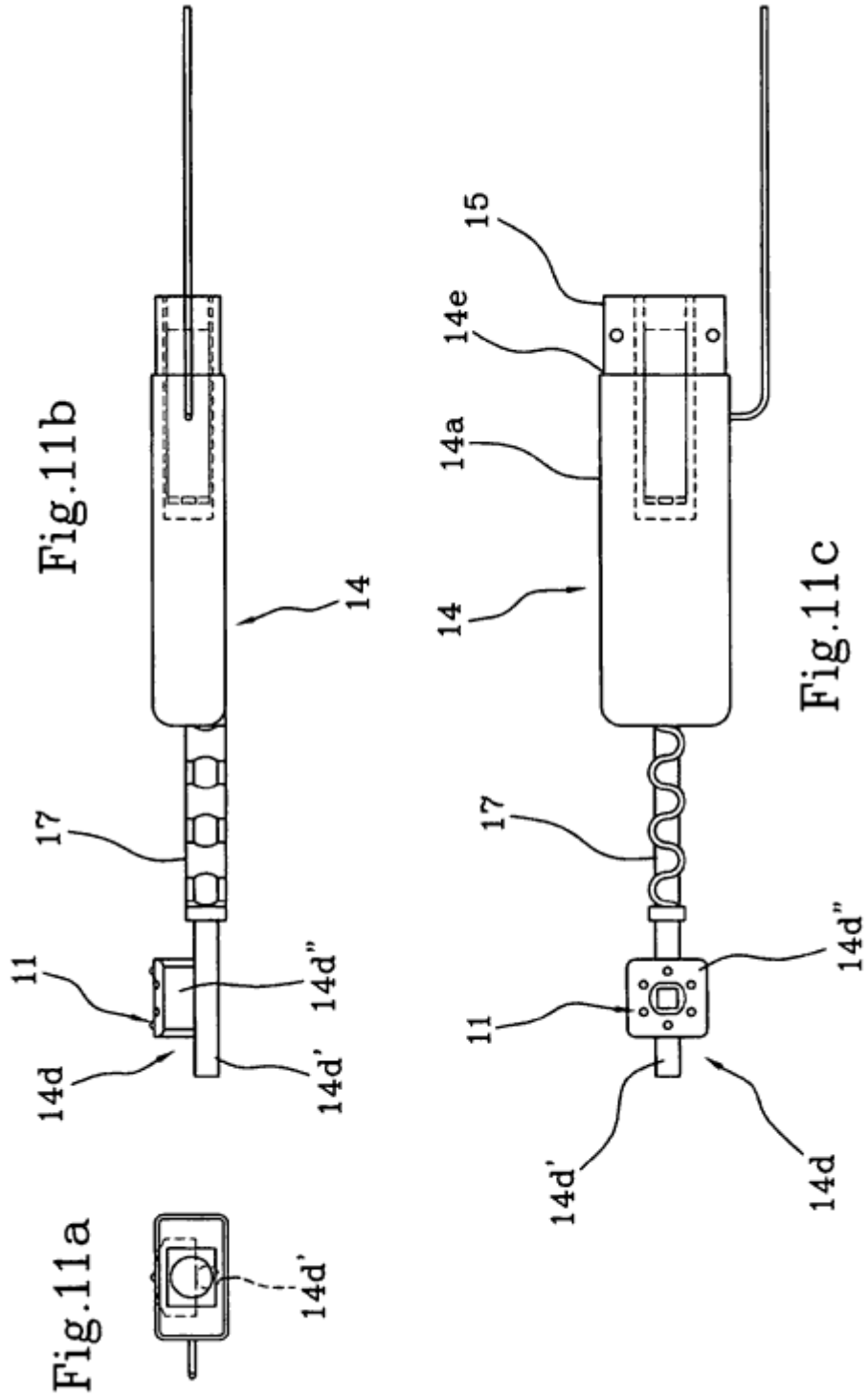
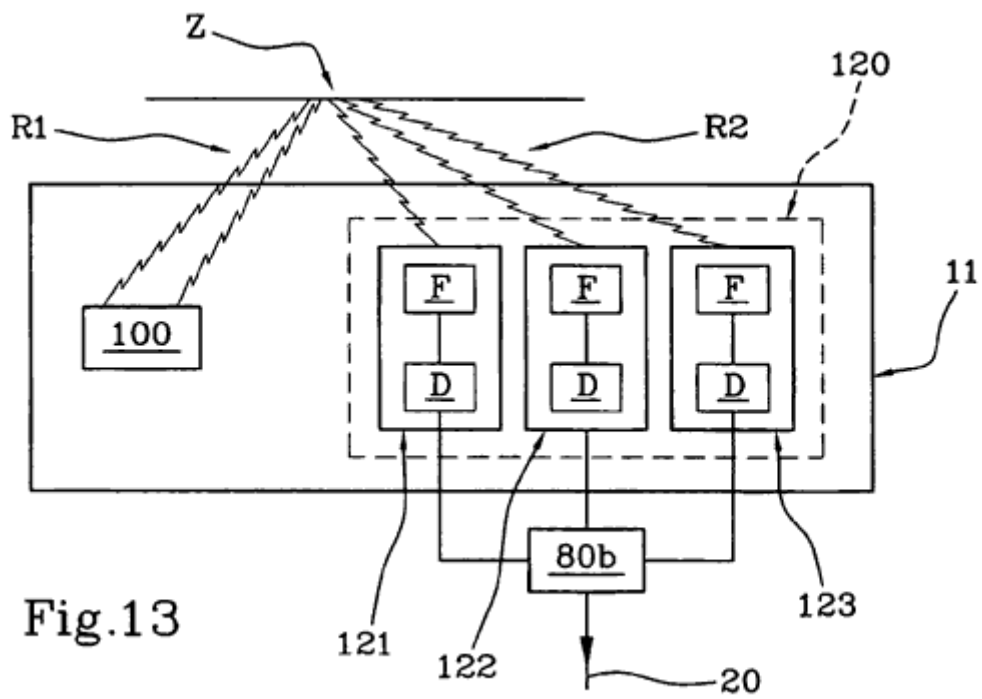
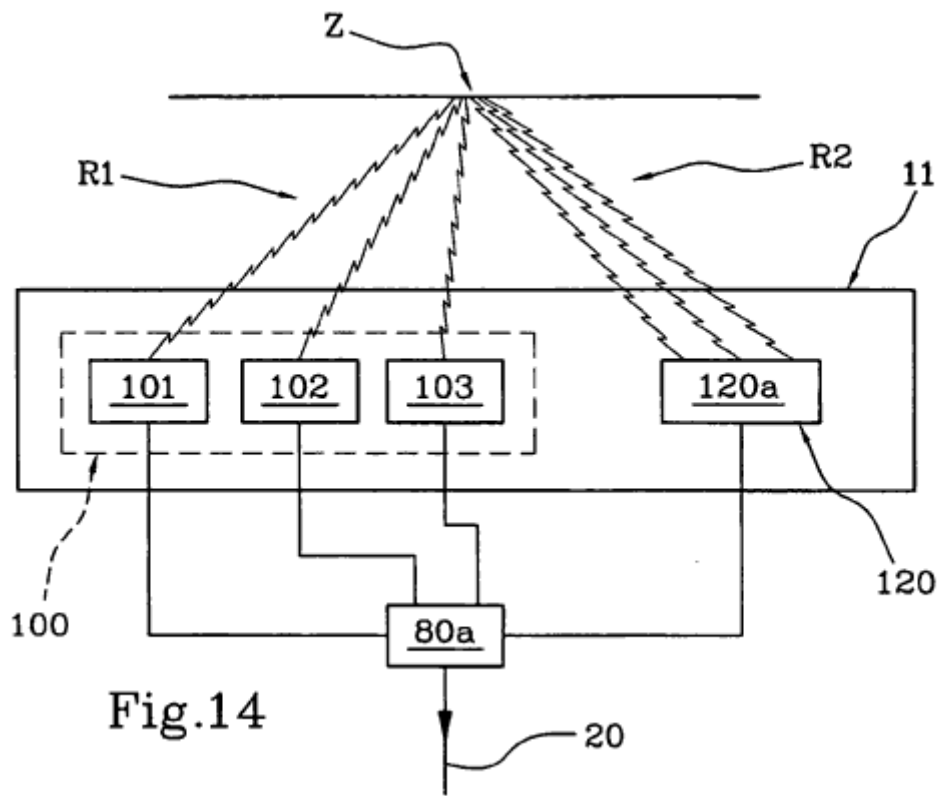


FIG 7









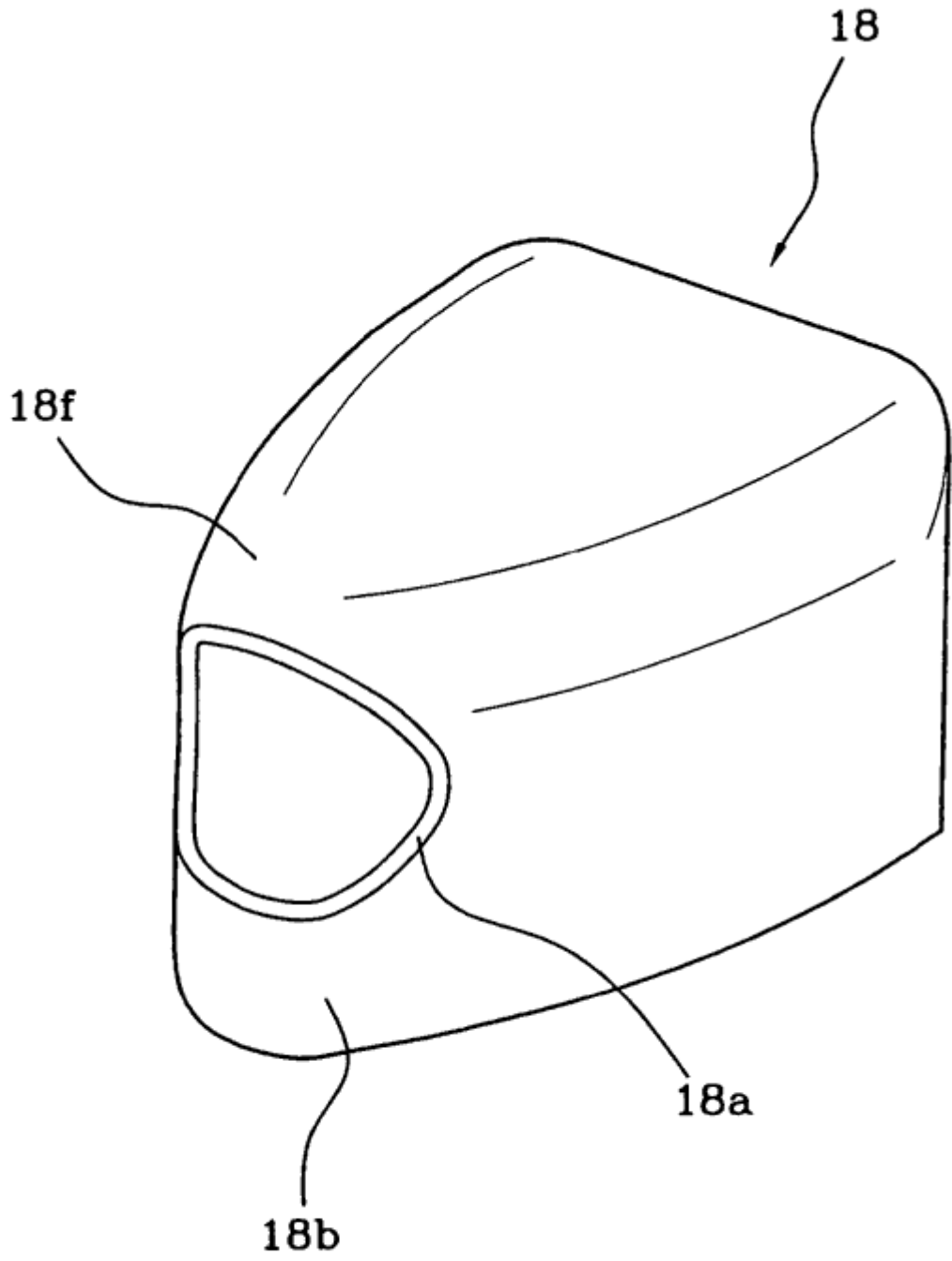


Fig.15