

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 837**

51 Int. Cl.:

G01J 5/00 (2006.01)

G01N 33/08 (2006.01)

A01K 43/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.08.2007 PCT/US2007/017545**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.07.2008 WO08088382**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2007 E 07811136 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 2097726**

54 Título: **Procedimientos y aparato para observar al trasluz huevos de ave mediante cámaras térmicas**

30 Prioridad:

21.12.2006 US 643437

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

01.03.2017

73 Titular/es:

**ZOETIS SERVICES LLC (100.0%)
10 Sylvan Way
Parsippany, NJ 07054, US**

72 Inventor/es:

**HEBRANK, JOHN y
GARRELL, MONIKA**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 603 837 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

Procedimientos y aparato para observar al trasluz huevos de ave mediante cámaras térmicas

Campo de la invención

La presente invención se refiere de modo general a huevos y, de modo más particular, a procedimientos y un aparato para observar huevos al trasluz.

Antecedentes de la invención

La discriminación entre huevos de aves de corral sobre la base de algunas cualidades observables es una práctica bien conocida y usada desde hace tiempo en la industria avícola. El nombre común para designar esta técnica es "observar al trasluz", un término que tiene sus raíces en la práctica original de examinar un huevo usando la luz de una vela. Como saben los familiarizados con huevos, aunque las cáscaras de huevo parezcan opacas en la mayor parte de condiciones lumínicas, en realidad son algo traslúcidas, y cuando se sitúan frente a la luz directa se puede observar el contenido del huevo.

Los huevos que se van incubar hasta el nacimiento del pollo se observan al trasluz de modo típico durante el desarrollo embrionario para identificar los huevos traslúcidos, podridos o muertos (denominados de modo colectivo "huevos sin vida"). Los huevos sin vida se retiran típicamente de la incubación para aumentar el espacio disponible en la incubadora. Además, retirar los huevos sin vida puede aumentar las velocidades de incubación hasta un 2 % en grupos de aves viejas (edad de las aves: 58 - 62 semanas). Esta mejora en la incubación puede tener un aumento del valor directo de aproximadamente 0,2 a 0,4 céntimos de dólar por pollito en los Estados Unidos.

En muchas ocasiones es deseable introducir una sustancia en un huevo vivo antes de la incubación. Las inyecciones *in ovo* de varias sustancias en los huevos de ave se emplean de modo típico en la industria comercial avícola para reducir las tasas de mortalidad postincubación o aumentar las velocidades de crecimiento de las aves incubadas. Los ejemplos de sustancias que se han usado en la inyección *in ovo* o se han propuesto para ello incluyen vacunas, antibióticos y vitaminas. Los procedimientos y sustancias para el tratamiento *in ovo* de inyección *in ovo* se describen, por ejemplo en el documento de patente de Estados Unidos n.º 4.458.630, de Sharma y col., y en el documento de patente de Estados Unidos n.º 5.028.421, de Fredericksen y col.

Las inyecciones *in ovo* de sustancias se realizan típicamente perforando una cáscara de huevo para hacer un agujero a través (usando, por ejemplo, un punzón, una broca, etc.), introduciendo una aguja de inyección a través del agujero al interior del huevo (y en algunos casos al embrión de ave contenido en él) e inyectando una o más sustancias de tratamiento a través de la aguja. En el documento de patente de Estados Unidos n.º 4.681.063, de Hebrank, se desvela un ejemplo de un dispositivo de inyección *in ovo*. Este dispositivo posiciona un huevo y una aguja de inyección en asociación fija entre ellos, y está diseñado para la inyección automática a alta velocidad de una pluralidad de huevos. La selección tanto del lugar como de la duración del tratamiento de inyección puede influir en la eficacia de la sustancia inyectada, así como en la tasa de mortalidad de los huevos inyectados o los embriones tratados. Véase, por ejemplo, el documento de patente de Estados Unidos n.º 4.458.630, de Sharma y col., el documento de patente de Estados Unidos n.º 4.681.063, de Hebrank y el documento de patente de Estados Unidos n.º 5.158.038, de Sheeks y col.

En la producción comercial avícola, solo se incuban de modo típico aproximadamente del 60 % al 90 % de los huevos de pollos de engorde comerciales. Los huevos que no se incuban incluyen huevos que no han sido fertilizados, así como huevos fertilizados que han muerto. Los huevos estériles pueden comprender de aproximadamente el 5 % hasta aproximadamente el 25 % de todos los huevos de un grupo. Debido al número de huevos sin vida que se hallan en la producción comercial avícola, el aumento del uso de procedimientos automatizados para la inyección *in ovo* y el coste de las sustancias de tratamiento, es deseable un procedimiento automatizado para identificar con precisión los huevos vivos e inyectar selectivamente solo huevos vivos.

Existen otras aplicaciones en las que es importante ser capaz de identificar huevos vivos y sin vida. Una de estas aplicaciones es el cultivo y recolección de vacunas en huevos vivos (conocidos como "huevos de producción de vacunas"). Por ejemplo, la producción de la vacuna de la gripe humana se realiza mediante inyección de "semilla de virus" en huevos de gallina aproximadamente el día once de su desarrollo embrionario (huevo del Día 11), permitiendo crecer al virus durante aproximadamente dos días, dejando morir el embrión enfriando el huevo y recolectando a continuación el fluido amniótico del huevo. Típicamente, los huevos se observan al trasluz antes de la inyección de una "semilla de virus" para facilitar la eliminación de los huevos sin vida. Los huevos de producción de vacunas pueden observarse al trasluz uno o más días antes de inyectar una "semilla de virus" en ellos. La identificación de huevos vivos en la producción de vacunas es importante porque es deseable prevenir que la "semilla de virus" no se malgaste en huevos sin vida y reducir costes asociados al transporte y eliminación de huevos sin vida.

Los documentos de patente de Estados Unidos con n.º 4.955.728 y 4.914.672, ambos de Hebrank, describen un aparato de observación al trasluz que usa detectores infrarrojos y la radiación infrarroja emitida por un huevo para distinguir los huevos vivos de los estériles. El documento de patente de Estados Unidos n.º 5.745.228, de Hebrank y

col., describe un aparato de observación al trasluz que incluye un fotodetector y un fotoemisor que están configurados para posicionarse en lados opuestos de un huevo. La luz se genera en cada fotoemisor en ráfagas cortas y el fotodetector correspondiente detecta las señales mientras su fotoemisor correspondiente esta en funcionamiento. Una bandeja de huevos es "examinada" en continuo mientras se desplaza a través del aparato de observación al trasluz con cada par fuente-detector activo mientras al menos los pares adyacentes, y preferiblemente todos los demás, están inactivos.

Los sistemas de observación de huevos al trasluz de base térmica pueden detectar huevos podridos en flujos de huevos de hasta entre aproximadamente 50 000 y 100 000 huevos por hora. Desafortunadamente, debido a las variaciones térmicas de huevo a huevo, los sistemas de observación al trasluz de base térmica pueden errar en la identificación de huevos vivos y sin vida. Además, los sistemas de observación al trasluz de base térmica pueden ser menos precisos con embriones que generan menos calor que con huevos de 17 días.

Se sabe que los procedimientos de detección del latido cardíaco de embriones (pulso) pueden detectar los huevos vivos con un alto grado de precisión. Por ejemplo, el documento de patente de Estados Unidos n.º 6.860.225, de Hebrank, describe procedimientos y un aparato en los que la variación cíclica en la intensidad de la luz indica la existencia del pulso de un embrión. El documento de patente de Estados Unidos n.º 5.173.737, de Mitchell, describe un procedimiento de determinación de si un huevo contiene un embrión vivo dirigiendo luz al interior de un huevo para estimular el movimiento del embrión y medir entonces el movimiento del embrión resultante. Desafortunadamente, el procedimiento de Mitchell puede requerir mucho tiempo y puede no detectar con precisión embriones vivos que no se mueven como resultado de la estimulación lumínica.

Convencionalmente, es deseable que los huevos se dispongan en un soporte para la incubación y el procesamiento *in ovo* con el extremo estrecho para abajo, de modo que la cámara de aire del interior esté orientada hacia arriba. Desafortunadamente, debido a que algunos huevos son de forma casi esférica, puede ser difícil determinar cuál es el extremo estrecho de un huevo. Los huevos invertidos (es decir, los huevos orientados dentro de un soporte de modo que la cámara de aire se sitúe hacia abajo o hacia un lado) son aproximadamente un 30 % menos probables de incubar que los huevos orientados con la cámara de aire hacia arriba. Además, la inyección *in ovo* en huevos invertidos puede perforar el embrión y la yema en vez de solamente el amnios, y puede dañar una o más membranas. Si los huevos invertidos se utilizan en la producción de vacunas, la semilla de la vacuna puede no colocarse en el compartimento correcto del huevo y el material puede derramarse de allí durante las operaciones de recolección, lo que no es deseable. De modo similar, los huevos con cámaras de aire laterales no se consideran deseables para la producción de vacunas ya que tienden también a derramar el contenido durante la recolección.

La solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2006/0038978 describe un sistema de formación de imágenes automático para evaluar la calidad de huevos comparando con una referencia las venas, la ubicación del saco de aire y los embriones de cada huevo en el que se ha realizado una formación de imágenes.

Desafortunadamente, las técnicas de observación al trasluz existentes pueden no ser capaces de detectar huevos invertidos. Como tal, existe la necesidad de una técnica de observación de huevos al trasluz que pueda detectar de forma rápida los huevos vivos y sin vida y que pueda también detectar los huevos invertidos dentro de un soporte.

Sumario de la invención

La presente invención se define en su sentido más amplio mediante las reivindicaciones adjuntas.

La invención proporciona un procedimiento de observación de huevos al trasluz, que comprende:

- exponer una pluralidad de huevos incubados soportados en un soporte a un ambiente que tenga una temperatura inferior a la temperatura a la que se incubaban los huevos;
- obtener una imagen térmica de superficies orientadas hacia abajo o hacia arriba de los huevos en el soporte;
- analizar la imagen térmica para obtener información de la temperatura superficial de cada huevo; y
- designar un huevo como un huevo con una cámara de aire localizada en una parte lateral del huevo si la temperatura de una parte lateral de la superficie del huevo es inferior a la temperatura de la parte restante de la superficie del huevo.

En otro aspecto, la invención proporciona un aparato para observar huevos al trasluz de acuerdo con el procedimiento de la invención, comprendiendo el aparato:

- una cámara de imágenes térmicas configurada para obtener una imagen térmica de una pluralidad de huevos apoyados en un soporte, configurándose la cámara de imágenes térmicas para obtener una imagen térmica de superficies orientadas hacia abajo o hacia arriba de los huevos en el soporte; y
- un procesador en comunicación con la cámara de imágenes térmicas que está configurado para analizar una imagen térmica de los huevos y obtener información de la temperatura superficial de cada huevo, configurándose el procesador para designar un huevo como un huevo con una cámara de aire localizada en una parte lateral del huevo si la temperatura de una parte lateral de la superficie del huevo es inferior a la temperatura de la parte restante de la superficie del huevo.

En vista del debate anterior, se proporcionan procedimientos y un aparato de observación de huevos al trasluz con los que puedan identificarse rápidamente huevos sin vida, huevos invertidos y huevos de cámara de aire lateral. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, un procedimiento de observación de huevos al trasluz incluye la exposición de una pluralidad de huevos incubados a un ambiente que tiene una temperatura diferente de la temperatura a la que se incubaban los huevos, obteniendo una imagen térmica de los huevos y analizando la imagen térmica para obtener información de la temperatura superficial de cada huevo. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, la obtención de una imagen térmica de los huevos incluye obtener una imagen térmica de las superficies de los huevos orientadas hacia abajo en un soporte y designar un huevo como sin vida si la temperatura superficial de una región central de la superficie del huevo orientada hacia abajo comparada con las temperaturas superficiales de regiones centrales de las superficies orientadas hacia abajo de huevos adyacentes es inferior por una cantidad predeterminada.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, la obtención de una imagen térmica de los huevos incluye obtener una imagen térmica de las superficies de los huevos orientadas hacia abajo o hacia arriba en un soporte y designar un huevo como huevo invertido si la temperatura superficial de un huevo comparada con la temperatura superficial de las superficies orientadas hacia arriba o hacia abajo correspondientes de huevos adyacentes es inferior o superior por una cantidad predeterminada.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, la obtención de una imagen térmica de los huevos incluye obtener una imagen térmica de las superficies de los huevos orientadas hacia abajo en un soporte y designar un huevo como invertido si la superficie orientada hacia abajo tiene dos regiones con temperaturas respectivas diferentes y en las que la diferencia de temperatura es superior a una cantidad predeterminada.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, se calcula la diferencia entre la temperatura de la superficie de cada huevo orientada hacia arriba en un soporte y la temperatura superficial media de los huevos adyacentes. Un huevo se designa como invertido si la temperatura superficial del huevo excede la temperatura superficial media de los huevos adyacentes en una cantidad predeterminada.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, la obtención de una imagen térmica de los huevos incluye obtener imágenes térmicas superiores e inferiores de las superficies del huevo orientadas hacia arriba y hacia abajo respectivamente. Las imágenes térmicas respectivas superiores e inferiores para cada huevo se comparan entonces para determinar qué superficie de cada huevo tiene la temperatura más alta. Un huevo se designa como invertido si la temperatura de la superficie orientada hacia arriba es superior a la temperatura de la superficie respectiva orientada hacia abajo.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, la obtención de una imagen térmica de los huevos incluye obtener una imagen térmica de las superficies de los huevos orientadas hacia arriba en el soporte y designar un huevo como un huevo invertido si la temperatura de la superficie del huevo orientada hacia arriba es uniforme a lo largo de la misma.

De acuerdo con la presente invención, la obtención de una imagen térmica de los huevos incluye obtener una imagen térmica de las superficies de los huevos orientadas hacia abajo o hacia arriba en el soporte y comprende además designar un huevo como un huevo con la cámara de aire localizada en una parte lateral del huevo si la temperatura de una parte lateral de la superficie del huevo es inferior a la temperatura de la parte restante de la superficie del huevo.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, los huevos se extraen de un soporte y se hacen girar mientras se obtiene una imagen térmica.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, un aparato para observar huevos al trasluz incluye una cámara de imágenes térmicas configurada para obtener una imagen térmica de una pluralidad de huevos apoyados en un soporte y un procesador en comunicación con la cámara de imágenes térmicas que está configurado para analizar las imágenes térmicas de los huevos, obtener información de la temperatura superficial de cada huevo y designar cada huevo como vivo/sin vida, invertido o que tiene una cámara de aire lateral.

Breve descripción de los dibujos

La **Fig. 1** es un diagrama de flujo de operaciones para la detección de huevos vivos/sin vida, huevos invertidos y huevos de cámara de aire lateral,

la **Fig. 2** ilustra una imagen térmica de una bandeja de huevos tomada desde encima de los huevos con una cámara térmica,

las **Figs. 3A-3C** son diagramas de flujo que ilustran las operaciones de un algoritmo de identificación que está configurado para designar huevos como vivos/sin vida o invertidos,

las **Figs. 4A-4C** son diagramas de flujo que ilustran las operaciones de identificación de huevos invertidos,

las **Figs. 4D-4E** son diagramas de flujo que ilustran las operaciones de identificación de huevos de cámara de aire lateral, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

La **Fig. 5** ilustra la apariencia de una imagen térmica de un extremo de un huevo que tiene una cámara de aire localizada en el extremo.

La **Fig. 6** ilustra la apariencia de una imagen térmica de un extremo de un huevo que tiene una cámara de aire localizada en una parte lateral del huevo.

La **Fig. 7** ilustra un huevo que esta siendo girado por un par de rodillos separados entre ellos mientras una cámara térmica obtiene una imagen térmica del huevo, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

La **FIG. 8** es un diagrama de bloques de un sistema de procesamiento de un huevo, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada de realizaciones de la invención

La presente invención se describe ahora de modo más completo de aquí en adelante con referencia a las ilustraciones acompañantes, en las que se muestran las realizaciones preferentes de la invención. Esta invención puede, no obstante, realizarse en muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones que se exponen en el presente documento, más bien, estas realizaciones se proporcionan para que esta divulgación sea exhaustiva y completa y que transmita plenamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica.

Los números análogos se refieren a elementos análogos en todo el documento. En las figuras, el grosor de ciertas líneas, capas, componentes, elementos o dispositivos puede estar exagerado para mayor claridad. Las líneas discontinuas ilustran dispositivos u operaciones opcionales a menos que se especifique otra cosa.

La terminología usada en el presente documento únicamente tiene el propósito de describir las realizaciones específicas y no pretende poner límites a la invención. Tal como se usan en el presente documento, las formas singulares “un”, “una”, “el” y “la” pretenden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique otra cosa de forma clara. Se entenderá, además, que los términos “comprende” y/o “que comprende”, cuando se usan en esta memoria descriptiva, especifican la presencia de dispositivos, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes, pero no excluyen la presencia o la adición de uno o más dispositivos, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos. Tal como se usa en el presente documento, el término “y/o” incluye cualquier combinación y todas las combinaciones de uno o más de los artículos asociados enumerados. Tal como se usan en el presente documento, expresiones tales como “entre X e Y” y “entre aproximadamente X e Y” deben interpretarse como que incluyen X e Y. Tal como se usan en el presente documento, expresiones tales como “entre aproximadamente X e Y” significan “entre aproximadamente X y aproximadamente Y”. Tal como se usan en el presente documento, expresiones tales como “de aproximadamente X a Y” significan “de aproximadamente X a aproximadamente Y”.

A menos de que se defina otra cosa, todos los términos (incluyendo términos técnicos y científicos) que se usan en el presente documento tienen el mismo significado que entiende normalmente un experto en la técnica al que pertenece esta invención. Se entenderá, además, que términos tales como los definidos en diccionarios de uso común deben interpretarse como que tienen un significado coherente con sus significados en el contexto de la memoria descriptiva y la técnica pertinente y no deben interpretarse en un sentido idealizado o excesivamente formal a menos que se defina expresamente de este modo en el presente documento. Las funciones o construcciones bien conocidas pueden no describirse en detalle por brevedad y/o claridad.

Se entenderá que cuando se hace referencia a un elemento que está “sobre”, “fijado” a, “conectado” a, “acoplado” a, “en contacto con”, etc., otro elemento, puede estar directamente sobre, fijado a, conectado a, acoplado a o en contacto con otro elemento o pueden estar presentes elementos intermedios. Por contra, cuando se hace referencia a un elemento que está, por ejemplo, “directamente sobre”, “directamente fijado” a, “directamente conectado” a, “directamente acoplado” a o “directamente en contacto con” otro elemento, no existe la presencia de elementos intermedios. Los expertos en la técnica también apreciarán que las referencias a una estructura o dispositivo que se dispone “adyacente” a otro dispositivo puede tener partes que se superponen o subyacen al dispositivo adyacente.

Los términos espaciales relativos, tales como “bajo”, “debajo de”, “inferior”, “sobre”, “superior” y similares pueden usarse en el presente documento para facilitar la descripción describiendo la relación de un elemento o dispositivo con otro(s) elemento(s) o dispositivo(s) tal como se ilustra en las figuras. Se entenderá que se pretende que los términos espaciales relativos abarquen diferentes orientaciones del dispositivo en uso o funcionamiento aparte de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si el dispositivo se invierte en las figuras, los elementos descritos como “bajo” o “por debajo de” otros elementos o dispositivos estarían entonces orientados “sobre” los otros elementos o dispositivos. Por lo tanto, el término ejemplar “bajo” puede abarcar tanto una orientación “sobre” como “bajo”. El dispositivo puede estar orientado de otro modo (girado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores espaciales relativos que se usan en el presente documento deben interpretarse en consecuencia. De modo similar, los términos “hacia arriba”, “hacia abajo”, “vertical”, “horizontal” y similares se usan en el presente documento solo con el propósito de explicación a menos de que se indique específicamente otra cosa.

Se entenderá que, aunque los términos “primero”, “segundo”, etc., pueden usarse en el presente documento para describir diversos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones no deben limitarse a estos términos. Estos términos se usan solo para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otro elemento, componente, región, capa o sección. Por lo tanto,

un “primer” elemento, componente, región, capa o sección citado a continuación podría también denominarse como un “segundo” elemento, componente, región, capa o sección sin desviarse de las instrucciones de la presente invención. La secuencia de operaciones (o etapas) no está limitada al orden mostrado en las reivindicaciones o figuras a menos que se indique específicamente otra cosa.

- 5 El término “huevo invertido” tal como se usa en el presente documento significa un huevo situado dentro de un soporte de modo que la cámara de aire interior se localiza en la base del huevo y no en el extremo del huevo orientado hacia arriba.

10 El término “huevo de cámara de aire lateral” tal como se usa en el presente documento significa un huevo situado dentro de un soporte de modo que la cámara de aire interior se localiza en una parte lateral del huevo y no completamente en los extremos del huevo orientados hacia arriba o hacia abajo.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, los huevos sin vida pueden detectarse analizando las imágenes térmicas de los huevos. Además, la localización de las cámaras de aire dentro de los huevos puede detectarse analizando las imágenes térmicas de los huevos. Como saben los expertos en la técnica de la presente invención, en cualquier ambiente dado la temperatura de la cáscara sobre la mayor parte de un huevo se aproximará a la temperatura del contenido del huevo. Por ejemplo, la temperatura del contenido de un huevo del Día 17 o 18 es superior en aproximadamente un grado Celsius (°C) a la temperatura del ambiente que rodea al huevo durante la incubación. Cuando los huevos se extraen de una incubadora, un huevo y su contenido se enfrían lentamente a la temperatura ambiente en un periodo de tiempo de aproximadamente una a dos horas. La temperatura de la cámara de aire está aproximadamente a medio camino entre la temperatura ambiente y la temperatura del contenido del huevo. La temperatura de la cáscara sobre la cámara de aire cae a una temperatura próxima al ambiente que la rodea en menos de un minuto tras la extracción del huevo de la incubadora.

Una cámara térmica (es decir, una cámara de infrarrojos) de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención puede detectar la cámara de aire en un huevo debido al diferencial de temperaturas relativamente alto entre la cámara de aire y las partes del huevo que la rodean. Una cámara de aire orientada hacia arriba aparecerá en una imagen térmica como una superficie circular generalmente un poco fría que tiene un diámetro de, por ejemplo, aproximadamente dos tercios del diámetro del huevo. Los huevos invertidos en los que la cámara de aire se localiza en la base del huevo aparecerán en una imagen térmica con una superficie pequeña un poco fría orientada hacia arriba o sin ella. Los huevos con una cámara de aire localizada en el lateral de los mismos aparecerán en una imagen térmica con una superficie un poco fría pequeña a lo largo de la parte lateral del huevo.

30 Referente de modo inicial a la Fig. 1, se ilustran los procedimientos de detección de huevos vivos, huevos invertidos y huevos de cámara de aire lateral. Una pluralidad de huevos presuntamente vivos se extraen de una incubadora y se colocan en un ambiente que tiene una temperatura diferente de una temperatura a la que eran incubados los huevos (Bloque 100). Este ambiente puede tener una temperatura superior a la temperatura de incubación o una temperatura inferior a la temperatura de incubación.

35 Como entendería un experto en la materia, los huevos se incuban y se procesan dentro de un soporte, tal como una bandeja de huevos. Las bandejas pueden contener cualquier número de filas, tal como siete filas de huevos, siendo lo más común filas de seis y siete. Además, los huevos de filas adyacentes pueden estar paralelos unos a otros, como en una bandeja “rectangular” o pueden estar de forma alterna, como en una bandeja “descentrada”. Los ejemplos de bandejas disponibles comercialmente incluyen, pero no están limitados a, la bandeja “CHICKMASTER 54”, la bandeja “JAMESWAY 42” y la bandeja “JAMESWAY 84” (en cada caso, el número indica el número de huevos que transporta cada bandeja). Las bandejas de huevos son bien conocidas por los expertos en la materia y no necesitan ser descritas adicionalmente en el presente documento. Se pretende que los términos “bandeja” y “soporte” se usen de modo intercambiable en el presente documento.

45 Una vez extraídos de la incubadora, se obtiene una imagen térmica de los huevos dentro del soporte mediante una cámara térmica (es decir, una cámara configurada para capturar imágenes en la longitud de onda infrarroja) (Bloque 110). Una imagen térmica ejemplar de una pluralidad de huevos en un soporte se ilustra en la Fig. 2. Las cámaras térmicas ejemplares que pueden utilizarse de acuerdo con realizaciones de la presente invención incluyen las cámaras FLIR ThermoVision® A20 y la FLIR ThermoVision® 320, disponibles en FLIR Systems, Inc., Wilsonville, Oregón, Estados Unidos. La obtención de una imagen térmica puede incluir obtener una imagen de las superficies de los huevos orientadas hacia arriba, obtener una imagen de las superficies de los huevos orientadas hacia abajo u obtener una imagen tanto de las superficies de los huevos orientadas hacia arriba como las orientadas hacia abajo. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, un soporte de huevos puede colocarse dentro de un recinto que recubre los huevos y la cámara térmica de las emisiones infrarrojas procedentes de fuentes externas.

55 La imagen térmica de los huevos se digitaliza y entonces se analiza para obtener información de la temperatura superficial de cada huevo (Bloque 120). Usando la información de la temperatura superficial, se designa cada huevo como vivo/sin vida, invertido o como que tiene la cámara de aire localizada en un lado del huevo (es decir, huevo de cámara de aire lateral) mediante un algoritmo de identificación (Bloque 130).

Las imágenes térmicas de los huevos pueden ser obstruidas por plumas y suciedad, incluyendo suciedad procedente de huevos podridos explotados (denominados "reventados"). Los programas de análisis de imagen disponibles comercialmente, tales como Mathworks' Matlab Image Toolbox, por ejemplo, ofrecen varias herramientas de desarrollo de algoritmos y procesamiento de imagen digital, tales como ecualización y alargamiento del histograma, apertura morfológica o cierre de imágenes, dilatación y erosión de la imagen, localizador de bordes y transformación máxima/mínima que pueden utilizarse para minimizar los efectos de plumas y suciedad. Por ejemplo, se puede usar la dilatación y erosión de la imagen junto con las transformaciones máxima y mínima para enfocar sobre áreas de alta intensidad permitiendo el aislamiento de las áreas calientes de huevos individuales. Ya que las intensidades altas corresponden directamente a temperaturas altas, los solicitantes han encontrado que las temperaturas del huevo pueden medirse sin influencia de material extraño o suciedad. La dilatación de la imagen añade píxeles al contorno de un objeto en una imagen en un estilo predefinido, aumentando el área efectiva del objeto mientras la erosión de imagen elimina píxeles del contorno del objeto para que todos los objetos menores de un área predefinida sean erosionados de la imagen. La cantidad de píxeles añadidos o eliminados se controla mediante elementos predefinidos.

La ecualización de histograma y el alargamiento de histograma pueden utilizarse para superar los problemas que aparecen en ambientes térmicos no constantes en los que se obtienen las imágenes térmicas. Por ejemplo, puede usarse una técnica llamada "ecualización del histograma adaptativo limitado por contraste" que actúa sobre áreas pequeñas de una imagen, denominadas "baldosas". Las baldosas son superficies rectangulares de imagen térmica y pueden describirse como zonas definidas de interés. El tamaño de una baldosa corresponde al tamaño de un soporte en el que se asienta cada huevo individual en una bandeja. Un procedimiento de ecualización puede mejorar el contraste de cada baldosa para que el histograma de cada región de salida se aproxime al histograma predefinido. Estas baldosas pueden entonces recombinarse usando, por ejemplo, interpolación bilineal para eliminar los contornos producidos de modo artificial.

Una vez se hayan aplicado varias técnicas de imagen a la imagen térmica de los huevos para reducir los efectos de plumas y suciedad y para superar los efectos de ambientes térmicos no constantes, la imagen térmica puede analizarse como se describe a continuación para determinar qué huevos están vivos/sin vida, invertidos o son huevos de cámara de aire lateral.

Algoritmo de identificación

En referencia a las **Figs. 3A-3C**, se ilustra una secuencia de operaciones para designar cada huevo como vivo/sin vida o invertido, de acuerdo con algunas reivindicaciones de la presente invención. Los datos de imagen térmica y de opacidad de luz para huevos en un soporte se recogen inicialmente (Bloque 200) y cada huevo en el soporte se designa como translúcido, no translúcido o como perdido, sobre la base de los datos de opacidad (Bloque 202). Todos los otros huevos del soporte se designan como vivos y esta designación puede modificarse ya que la información se obtiene en procedimientos adicionales. Se genera una matriz que lleva un control de la posición de cada huevo en el soporte y de la designación correspondiente de cada huevo (es decir, vivo, translúcido, perdido, poco frío, frío) (Bloque 204).

Se analiza entonces la imagen térmica de las superficies orientadas hacia arriba de los huevos en el soporte (denominada como la "imagen superior") capturada por la cámara térmica, proporcionando una única temperatura para el centro de cada huevo (Bloque 206). Se corrigen entonces las temperaturas de la imagen superior calculando la diferencia media entre la temperatura superficial de los huevos designados como translúcidos y los huevos adyacentes no translúcidos y el resultado se añade a la temperatura superficial del huevo translúcido (Bloque 208). Se calcula la diferencia entre las temperaturas de cada huevo y la temperatura media de los huevos que lo rodean (Bloque 210). Si la diferencia es superior a 1,0 °C (es decir, el huevo está más caliente que sus vecinos), se designa el huevo como cabeza abajo o invertido en la matriz de condición de huevos, es decir, el huevo se identifica como un huevo cabeza abajo o invertido en la matriz de condición de huevos (Bloque 212).

Usando la imagen de las superficies orientadas hacia abajo de los huevos en el soporte (denominada como "imagen inferior") capturada por la cámara térmica, el procesamiento de la imagen de las mismas establece una temperatura de superficie inferior (TSI) para cada huevo (Bloque 214). Los huevos que tienen una TSI muy fría (por ejemplo, huevos con una TSI al menos 2 °C más fría que la temperatura media de la bandeja) se designan como fríos (Bloque 216). Se calcula la diferencia entre la TSI de los huevos designados como huevos translúcidos y la TSI de los vecinos vivos de cada huevo translúcido (es decir, los huevos adyacentes a un huevo translúcido específico que están designados como vivos en la matriz de condición de los huevos) (Bloque 218) y se calcula una diferencia media para todos los huevos translúcidos en el soporte (Bloque 220). El cálculo medio excluye huevos designados como fríos, invertidos o perdidos. La diferencia media de vivo/sin vida se añade a la TSI de todos los huevos translúcidos (Bloque 222). La TSI de huevos fríos, perdidos o invertidos se reemplaza con esta TSI media de sus huevos vecinos respectivos que no son translúcidos, perdidos, fríos o invertidos (Bloque 224).

Las correcciones se realizan entonces para las diferencias en las temperaturas de los huevos a lo largo del soporte mediante comparación con la mediana de las TSI de cada fila (Bloque 226). Esta corrección se realiza promediando las medianas de las TSI de los huevos para todas las filas y comparando entonces la mediana de TSI para cada fila con el promedio total. Las temperaturas TSI de todos los huevos de cada fila se incrementan entonces en la

cantidad en que la mediana de TSI de los huevos de la fila sea inferior a la media total. Esta operación se realiza en todas las filas. Las correcciones se realizan entonces en las columnas de huevos de cada soporte (Bloque 228). La corrección de columna se lleva a cabo promediando primero la mediana de TSI de los huevos de cada columna y comparando entonces la mediana de las TSI de cada columna con la media total. Las temperaturas TSI de todos los huevos de cada columna se incrementan en la cantidad en que la mediana de las TSI de los huevos de la columna sea inferior al promedio total. Esta operación se realiza en todas las columnas. Se calcula la diferencia entre la TSI de cada huevo y la TSI media de sus vecinos (Bloque 230). Si las diferencias son menores que $-0,7^{\circ}\text{C}$, los huevos se designan como poco fríos en la matriz de condición de huevos y su TSI se reemplaza por la temperatura viva media (Bloque 232). Las etapas de los bloques 230-232 se repiten hasta que no se encuentre ningún huevo poco frío adicional.

Designación de huevos sin vida

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, un huevo se designa como sin vida si la temperatura superficial de una región central de la superficie orientada hacia abajo del huevo en comparación con las temperaturas superficiales de las regiones centrales de las superficies orientadas hacia abajo de huevos adyacentes es inferior a una cantidad predeterminada. La expresión "huevos adyacentes" se refiere a los huevos directamente vecinos a un huevo en un soporte. Los solicitantes han encontrado que un huevo con una temperatura en una región central de la superficie orientada hacia abajo que generalmente está entre $0,5^{\circ}\text{C}$ y $2,5^{\circ}\text{C}$ más fría que la temperatura de huevos vecinos será un huevo sin vida. En particular, los solicitantes han encontrado que un huevo cuya temperatura es más de 2°C inferior que la de los huevos adyacentes es bien un huevo sin vida o un huevo invertido. Además, los solicitantes han encontrado que después de realizar las correcciones de diferencias de temperatura a lo largo de la bandeja, un huevo que está 1°C más frío que la temperatura media de los huevos vivos que rodean al huevo es también un huevo sin vida.

Debido a que la temperatura de los huevos en un soporte puede ser no uniforme (por ejemplo, las filas y columnas exteriores se enfrían a una velocidad superior, mientras los huevos del interior de la bandeja están menos expuestos al aire frío exterior y pueden mantener otros huevos calientes), los algoritmos de identificación, de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación, tienen en cuenta dónde se localiza un huevo en un soporte cuando se analiza la información de temperatura superficial. Además, debido a que típicamente se incuban múltiples soportes al mismo tiempo y típicamente se disponen en una pila, la posición de un soporte en una pila se tiene también en cuenta para los algoritmos de identificación. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, los algoritmos de identificación utilizan un procedimiento de promedio que compara las medianas de temperaturas de los huevos de filas y columnas y ajusta todos los huevos de una fila o columna sobre la base de los huevos centrales de cada fila o columna. Las medianas de las temperaturas se usan debido a que tienden a ser más estables estadísticamente que las temperaturas medias evitando la variación de media en temperaturas muy altas o muy bajas.

Designación de huevos invertidos

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, se puede designar un huevo como un huevo invertido si la temperatura de la superficie orientada hacia abajo del huevo en comparación con las temperaturas de las superficies orientadas hacia abajo de los huevos adyacentes es inferior a una cantidad predeterminada. Debido a que la cámara de aire de un huevo actúa como aislante térmico, la cámara de aire de un huevo será más fría que otras partes del huevo. Como tal, si la superficie orientada hacia abajo de un huevo es más fría que las superficies orientadas hacia abajo de los huevos adyacentes en un soporte, es probable que el huevo esté cabeza abajo (es decir, invertido) en el soporte. Por ejemplo, en referencia a la Fig. 4A, se toma desde abajo una imagen térmica de una bandeja de huevos (Bloque 300). La imagen se analiza para determinar la temperatura de la región central inferior de cada huevo (Bloque 302). Se calcula la temperatura media de los huevos adyacentes a cada huevo (Bloque 304), y los huevos cuya temperatura sea más de $2,0$ grados inferior a la de sus vecinos se designan como invertidos (Bloque 306).

Además, un huevo puede designarse como un huevo invertido si la superficie orientada hacia abajo del huevo tiene dos regiones con diferentes temperaturas respectivas, y si la diferencia de temperatura es mayor que una cantidad predeterminada. Como se ilustra en la Fig. 5, una imagen térmica de un extremo de un huevo 10 que tiene una cámara de aire aparece como dos regiones: una región 12 central y una región 14 periférica que circunscribe la región 12 central. La temperatura superficial de la región 12 central será inferior a la temperatura superficial de la región 14 periférica. Además, las dos regiones (12, 14 en la Fig. 5) comprenderán típicamente cada una al menos el 10 % del área de la superficie total del huevo en la imagen térmica. Por ejemplo, en referencia a la Fig. 4B, se toma desde abajo una imagen térmica de una bandeja de huevos (Bloque 310). Se analiza la imagen para determinar si existen dos regiones de temperatura para cada huevo (Bloque 312). Los huevos con regiones de temperatura donde una región está $1,0$ grado más caliente se designan como invertidos (Bloque 314).

Además, un huevo puede designarse como un huevo invertido si la temperatura superficial de la superficie orientada hacia arriba del huevo es superior a las temperaturas de las superficies orientadas hacia arriba de los huevos adyacentes. Como se expuso con respecto a la Fig. 5, la cámara de aire en un huevo actuará como aislante y la temperatura superficial del extremo de un huevo en el que se localiza la cámara de aire será inferior a la de otras

partes del huevo. Por ello, si un huevo está invertido, la cámara de aire no estará presente en el extremo orientado hacia arriba y la temperatura superficial del extremo orientado hacia arriba será superior que la de los huevos adyacentes que tengan cámaras de aire en los extremos de los mismos orientados hacia arriba. Por ejemplo, en referencia a la **Fig. 4C**, se toma desde arriba una imagen térmica de una bandeja de huevos (Bloque **320**). La imagen se analiza para determinar la temperatura de la región central superior de cada huevo (Bloque **322**). Se calcula la temperatura media de los huevos adyacentes a cada huevo (Bloque **324**) y los huevos cuya temperatura sea más de 2,0 grados superior a la de sus vecinos se designan como invertidos (Bloque **326**).

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, un huevo se puede designar como un huevo invertido si la temperatura de la superficie orientada hacia arriba del huevo excede la temperatura superficial media de los huevos adyacentes en una cantidad predeterminada.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, un huevo puede designarse como un huevo invertido si se obtiene una imagen térmica tanto de la superficie orientada hacia arriba como de la orientada hacia abajo de un huevo y la temperatura de la superficie orientada hacia arriba es superior a la temperatura de la superficie orientada hacia abajo.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, un huevo puede designarse como un huevo invertido si una temperatura de la superficie orientada hacia arriba de un huevo es uniforme de un lado a otro. Como se expuso anteriormente, la imagen térmica de un extremo de un huevo que tenga una cámara de aire aparecerá como se ilustra en la **Fig. 5** y no tendrá una temperatura uniforme a lo largo del mismo debido a la presencia de la cámara de aire. Por ello, a la inversa, la temperatura de un extremo de un huevo que no tiene una cámara de aire será sustancialmente uniforme a lo largo del mismo.

Designación de huevos de cámara de aire lateral

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, un huevo puede designarse como un huevo de cámara de aire lateral si la temperatura de una parte lateral de la superficie del huevo es inferior a la temperatura de la parte restante de la superficie del huevo. Como se ilustra en la **Fig. 6**, una imagen térmica de un extremo de un huevo **10** que tiene una cámara de aire localizada no en el extremo sino en una parte lateral del huevo aparecerá como dos regiones: una región **16** más fría en una parte/región lateral y una región **18** restante que tiene una temperatura superior. Esto se aplica a una región térmica bien de la superficie orientada hacia arriba o bien de la superficie orientada hacia abajo de un huevo. Se pretende que la expresión "parte lateral" incluya cualquier borde o región lateral visible en la imagen térmica superior o inferior de un huevo. Por ejemplo, en referencia a la **Fig. 4D**, se toma desde arriba una imagen térmica de una bandeja de huevos (Bloque **330**). Se analiza la imagen para determinar si existen dos regiones de temperatura para cada huevo (Bloque **332**). Los huevos con dos regiones de temperatura donde una región es 1,0 grados superior y en los que la región más fría se extiende a un lado del huevo se designan como huevos de cámara de aire lateral (Bloque **334**).

En referencia a la **Fig. 4E**, se toma desde abajo una imagen térmica de una bandeja de huevos (Bloque **340**). Se analiza la imagen para determinar si existen dos regiones de temperatura para cada huevo (Bloque **342**). Los huevos con dos regiones de temperatura donde una región es 1,0 grados inferior y en los que la región más fría se extiende a un lado del huevo se designan como huevos de cámara de aire lateral (Bloque **344**).

En referencia a la **Fig. 7**, los huevos pueden retirarse de un soporte y colocarse en un dispositivo que gira los huevos mientras se obtiene una imagen térmica de los huevos, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. Por ejemplo, en la realización ilustrada, un huevo **10** se coloca entre dos rodillos **20, 22** que giran en la misma dirección. Los rodillos **20, 22** giratorios hacen que el huevo **10** gire alrededor de su eje. Una cámara **30** térmica está posicionada encima de los huevos **10** y captura una imagen térmica de la superficie total del huevo **10** mientras este gira alrededor de su eje.

Sistema de procesamiento de huevos

En referencia a la **FIG. 8**, se ilustra un diagrama de bloques de un sistema **400** de procesamiento de huevos, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación. El sistema **400** ilustrado incluye un sistema **410** de transporte que transporta las bandejas (u otros soportes) **5** de huevos **10**, y una estación **420** de observación al trasluz térmica, asociada de modo operable con el sistema **410** de transporte y con un controlador **460**, que identifica huevos vivos/sin vida, huevos invertidos y huevos de cámara de aire lateral como se describen anteriormente. El sistema **400** ilustrado incluye también una estación **430** de extracción que está configurada para extraer selectivamente los huevos (por ejemplo, huevos vivos/sin vida, huevos invertidos, huevos de cámara de aire lateral) de una bandeja **5** de huevos y una estación **440** de procesamiento de huevos.

En funcionamiento, una bandeja **5** de huevos **10** se transporta desde una incubadora a la estación **420** térmica de observación al trasluz mediante el sistema **410** de transporte. Pueden utilizarse varios tipos de sistemas de transporte con realizaciones de la presente invención. Los sistemas de transporte de huevos son bien conocidos por los expertos en la materia y no necesitan ser descritos adicionalmente en el presente documento. La estación **420** térmica de observación al trasluz incluye una o más cámaras térmicas (por ejemplo, una cámara FLIR ThermoVision® A20, FLIR ThermoVision® 320, etc.) que están configuradas para capturar una imagen térmica de

algunos huevos **10** de la bandeja **5** o de todos. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, una cámara térmica puede configurarse para obtener una imagen térmica de las superficies orientadas hacia arriba de los huevos **10** y otra cámara térmica puede configurarse para obtener una imagen térmica de las superficies orientadas hacia abajo de los huevos **10**. Estas cámaras térmicas pueden estar posicionadas adyacentes a los respectivos extremos de los huevos **10**, por ejemplo. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se puede utilizar una única cámara con uno o más espejos para permitir que la cámara vea ambos extremos de un huevo, bien al mismo tiempo o de modo secuencial.

Un controlador **460** controla las operaciones de la estación **420** térmica de observación al trasluz, el sistema **410** de transporte, la estación **430** de extracción y la estación **440** de procesamiento de huevos. El controlador **460** está configurado para posicionar de modo rápido y preciso la cámara térmica de la estación **420** térmica de observación al trasluz respecto a la bandeja de huevos **10**. El controlador **460** está configurado para almacenar y analizar las imágenes térmicas de los huevos capturadas por la estación **420** térmica de observación al trasluz tal como se describe anteriormente con respecto a las **Figs. 3A-3C** y las **Figs. 4A-4E**. De modo alternativo, el controlador **460** puede transmitir imágenes térmicas capturadas a un procesador externo para su análisis. Puede proporcionarse una interfaz **470** de operador (por ejemplo, una pantalla) para permitir a un operador interactuar con el controlador **460**.

Los huevos designados como huevos sin vida, invertidos o de cámara de aire lateral pueden retirarse de la bandeja **5** por la estación **430** de extracción. De modo alternativo, los huevos invertidos pueden reorientarse dentro del soporte con el extremo de la cámara de aire orientado hacia arriba. La estación **430** de extracción de huevos puede ser una estación manual en la que los huevos designados como huevos sin vida se retiran a mano. De modo alternativo, la estación **430** de extracción de huevos puede operar de modo automático y robotizado. Por ejemplo, la estación **430** de extracción de huevos puede emplear dispositivos de elevación tipo succión como se desvela en el documento de patente de Estados Unidos n.º 4.681.063 o en el documento de patente de Estados Unidos n.º 5.017.003. Se pueden utilizar con realizaciones de la presente invención sin limitación varios dispositivos y procedimientos para retirar huevos de una bandeja y transportarlos a otra localización de modo automático y robotizado. Los aparatos de extracción de huevos ejemplares que pueden llevar a cabo la función de la estación **430** de extracción de huevos se describen en los documentos de patente de Estados Unidos 6.145.668; 6.149.375; 6.213.709; y 6.224.316.

La bandeja **5** en este punto del transportador **410** contiene solo huevos vivos no invertidos y puede avanzar a la estación **440** de procesamiento (por ejemplo, inoculación, producción de vacunas, muestreo de material, etc.). Una estación **440** de procesamiento ejemplar es el sistema de inyección automática INOVOJECT® (Embrex, Inc., Research Triangle Park, Carolina del Norte, Estados Unidos). No obstante, se pueden usar de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención otras varias estaciones de procesamiento capaces de abastecer y/o extraer *in ovo*.

Resultados experimentales

Resultados del Día 18

En tres días diferentes, se procesaron y analizaron 28 800 huevos de 18 días procedentes de grupos de aves en edad óptima y grupos de aves viejas (33 y 51 semanas). La fase II terminó después de lograr identificar correctamente el 99,93 % de huevos vivos, el 99,91 % de huevos sin vida y el 99,95 % de huevos cabeza abajo, probando que la edad del grupo de aves no influye en la precisión de la determinación vivo/sin vida. (Se puede encontrar una tabla completa de los datos de ensayo en el Apéndice).

Resultados del Día 16

Adicionalmente, se tomaron imágenes y se analizaron 9 600 huevos de 16 días (Día 15,5) procedentes de un grupo de aves de edad óptima (33 semanas). Se excluyeron de este estudio los huevos de grupos de aves viejas ya que el análisis del Día 18 no mostró ninguna diferencia en la precisión del análisis entre huevos de grupos de aves viejas o en edad óptima. Al terminar, se estableció que el 99,98 % de los huevos vivos se había identificado correctamente, el 99,32 % de los huevos sin vida se había detectado correctamente, así como el 100 % de los huevos colocados cabeza abajo.

Se encontró que el factor que contribuye en mayor medida al alto error procedía de los huevos identificados como "de muerte media tardía" durante la necropsia. "De muerte media tardía" tal como se usa en la clasificación describe a un embrión que ha muerto entre el Día 15 y el Día 18. Ya que se puede asumir razonablemente que estos embriones "de muerte media tardía" estaban de hecho todavía vivos el Día 15,5, la estadística correcta queda como sigue: el 99,98 % identificados como vivos correctamente, el 99,90 % identificados como sin vida correctamente y el 100 % identificados como cabeza abajo correctamente.

Identificados correctamente	Día 18	Día 15 ½	Día 15 ½ Sin MMT*
Vivos	99,93 %	99,98 %	99,98 %
Sin vida	99,91 %	99,32 %	99,90 %
Cabeza abajo	99,95 %	100,00 %	100,00 %
*MMT = de muerte media tardía (muerte ocurrida entre el Día 15 y el Día 18 de incubación)			

La precisión se define como:

$$\text{Precisión} = \left[1 - \frac{\text{Nº de huevos mal identificados}}{\text{Nº de huevos totales}} \right] * 100$$

- 5 Lo precedente es ilustrativo de la presente invención y no debe interpretarse como limitante de la misma. Aunque se han descrito unas pocas realizaciones ejemplares de esta invención, los expertos en la materia se darán cuenta fácilmente de que son posibles muchas modificaciones en las realizaciones ejemplares sin apartarse materialmente de las enseñanzas novedosas y ventajas de esta invención. Consecuentemente, se pretende que todas estas modificaciones queden incluidas dentro del alcance de esta invención tal como se define en las reivindicaciones. La
- 10 invención se define en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de observación de huevos al trasluz, que comprende:

exponer una pluralidad de huevos incubados soportados en un soporte a un ambiente que tenga una temperatura inferior a la temperatura a la que se incubaron los huevos;
obtener una imagen térmica de superficies orientadas hacia abajo de los huevos en el soporte;
analizar la imagen térmica para obtener información de la temperatura superficial de cada huevo; y
designar un huevo como un huevo con una cámara de aire localizada en una parte lateral del huevo si la temperatura de una parte lateral de la superficie del huevo es inferior a la temperatura de la parte restante de la superficie del huevo.

2. Un procedimiento de observación de huevos al trasluz, que comprende:

exponer una pluralidad de huevos incubados soportados en un soporte a un ambiente que tenga una temperatura inferior a la temperatura a la que se incubaron los huevos;
obtener una imagen térmica de superficies orientadas hacia arriba de los huevos en el soporte;
analizar la imagen térmica para obtener información de la temperatura superficial de cada huevo; y
designar un huevo como un huevo con una cámara de aire localizada en una parte lateral del huevo si la temperatura de una parte lateral de la superficie del huevo es inferior a la temperatura de la parte restante de la superficie del huevo.

3. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, que comprende además girar los huevos mientras se obtiene una imagen térmica.

4. Un aparato para observar huevos al trasluz de acuerdo con el procedimiento de la reivindicación 1, comprendiendo el aparato:

una cámara de imágenes térmicas configurada para obtener una imagen térmica de una pluralidad de huevos soportados en un soporte, configurándose la cámara de imágenes térmicas para obtener una imagen térmica de superficies orientadas hacia abajo de los huevos en el soporte; y
un procesador en comunicación con la cámara de imágenes térmicas que está configurado para analizar una imagen térmica de los huevos y obtener información de la temperatura superficial de cada huevo, configurándose el procesador para designar un huevo como un huevo con una cámara de aire localizada en una parte lateral del huevo si la temperatura de una parte lateral de la superficie del huevo es inferior a la temperatura de la parte restante de la superficie del huevo.

5. Un aparato para observar huevos al trasluz de acuerdo con el procedimiento de la reivindicación 2, comprendiendo el aparato:

una cámara de imágenes térmicas configurada para obtener una imagen térmica de una pluralidad de huevos soportados en un soporte, configurándose la cámara de imágenes térmicas para obtener una imagen térmica de superficies orientadas hacia arriba de los huevos en el soporte; y
un procesador en comunicación con la cámara de imágenes térmicas que está configurado para analizar una imagen térmica de los huevos y obtener información de la temperatura superficial de cada huevo, configurándose el procesador para designar un huevo como un huevo con una cámara de aire localizada en una parte lateral del huevo si la temperatura de una parte lateral de la superficie del huevo es inferior a la temperatura de la parte restante de la superficie del huevo.

6. El aparato de la reivindicación 4 o 5, que además comprende una pluralidad de rodillos paralelos que están configurados para hacer girar los huevos mientras se obtiene una imagen térmica.

Fig. 1

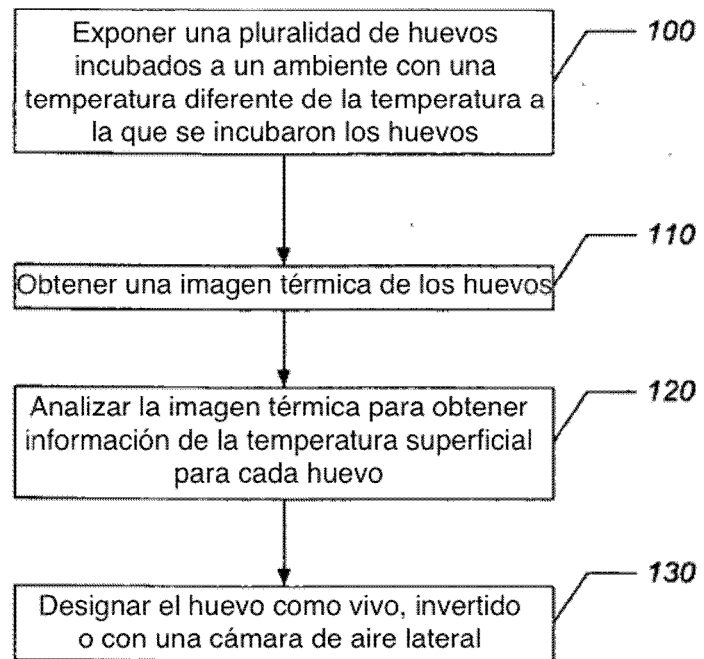


Fig. 2

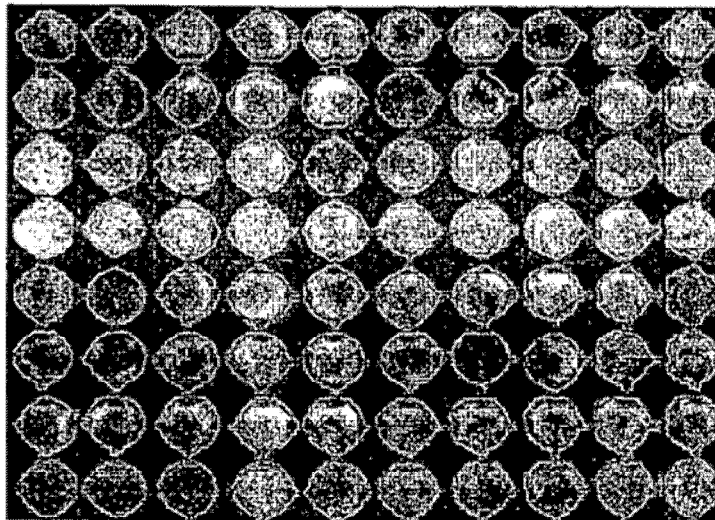


Fig. 3A

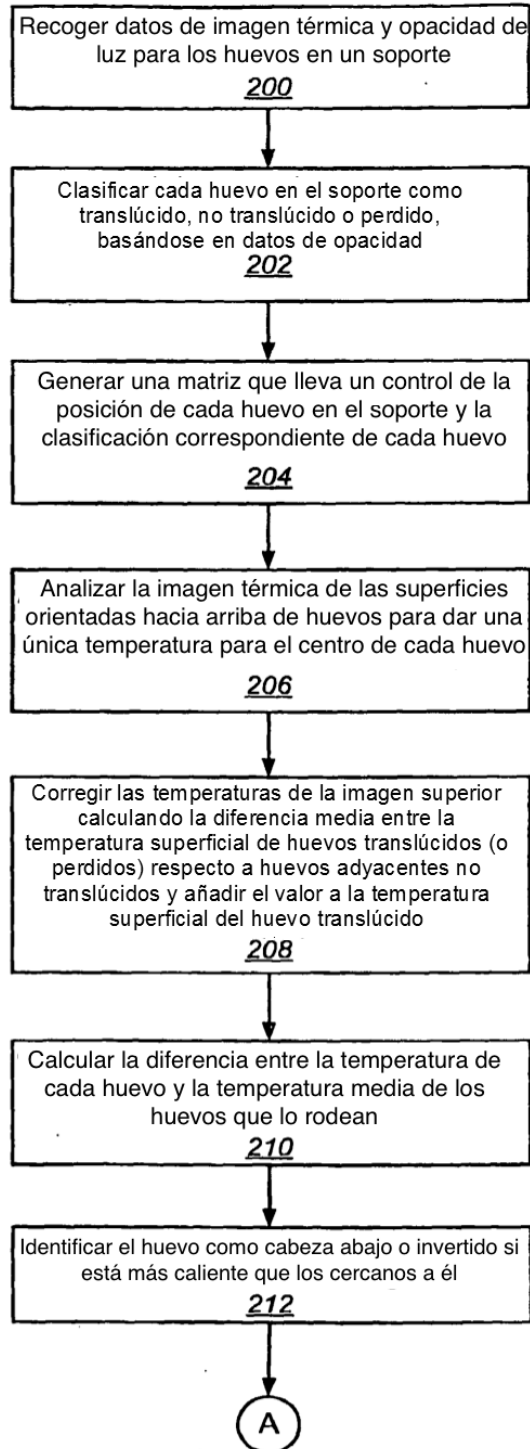
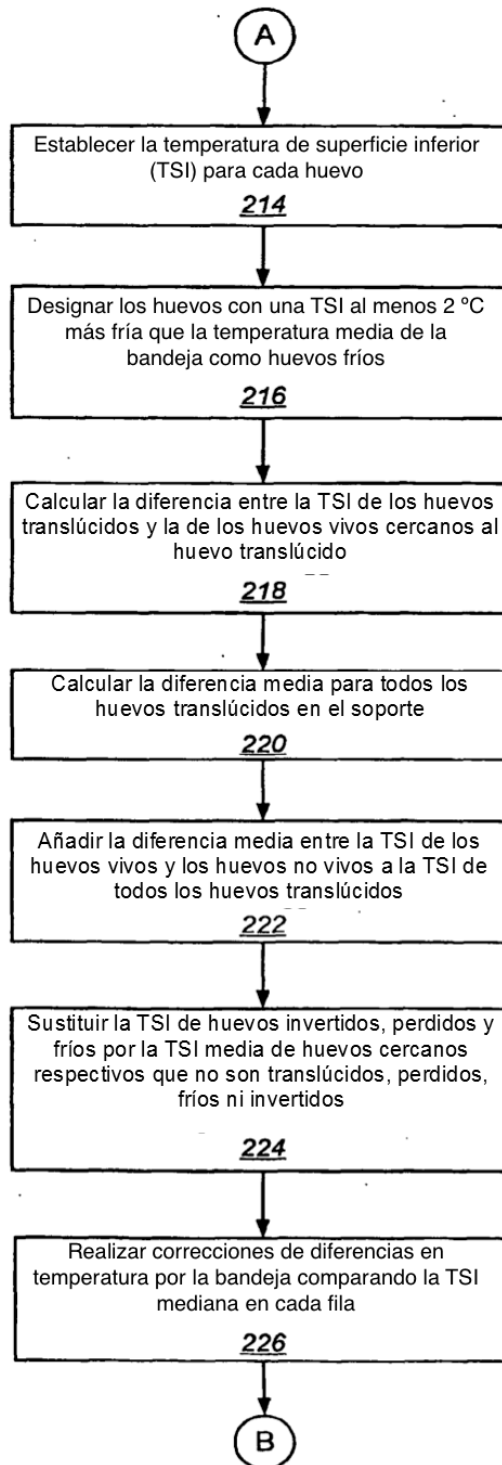


Fig. 3B



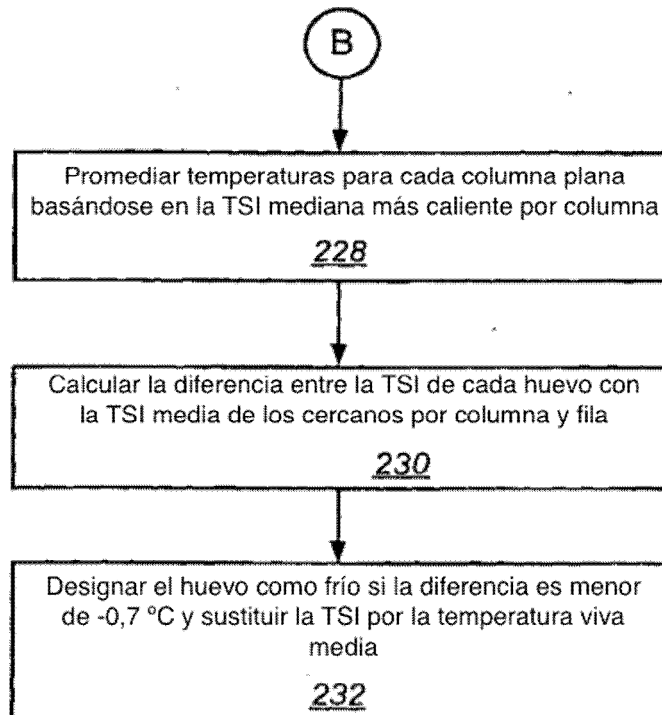


Fig. 3C

Fig. 4A

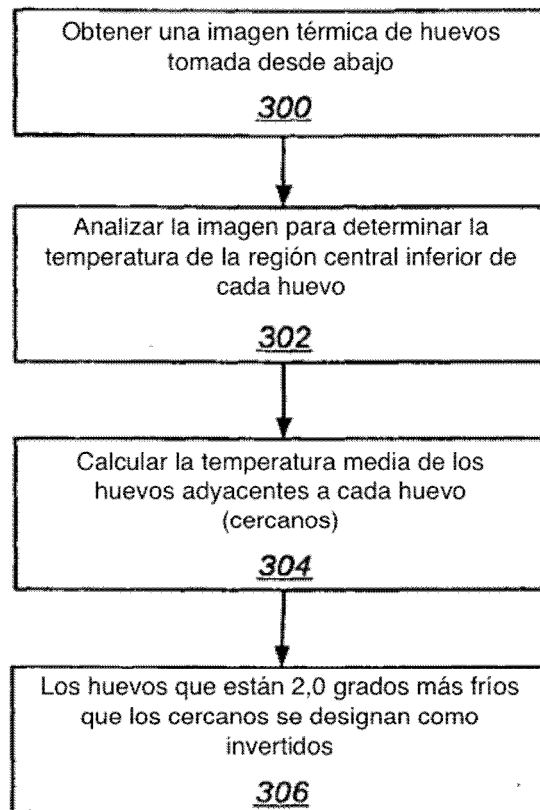


Fig. 4B

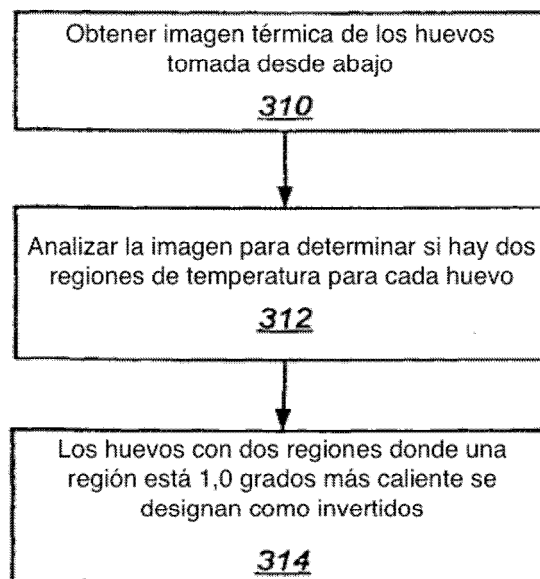


Fig. 4C

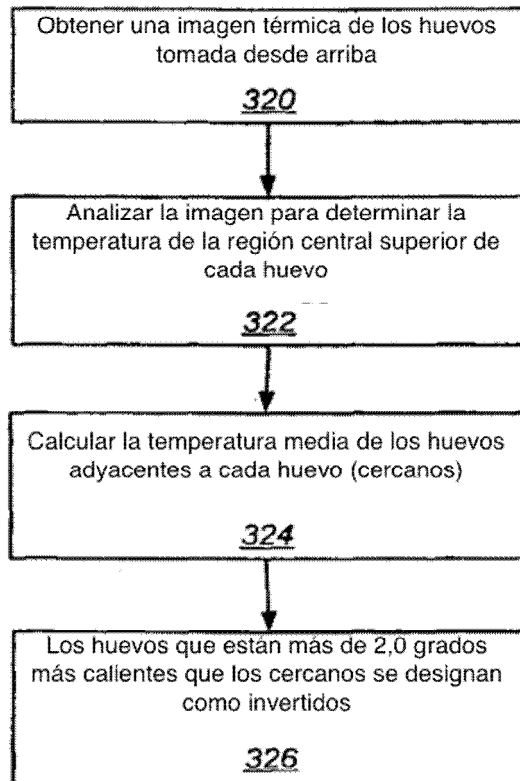


Fig. 4D

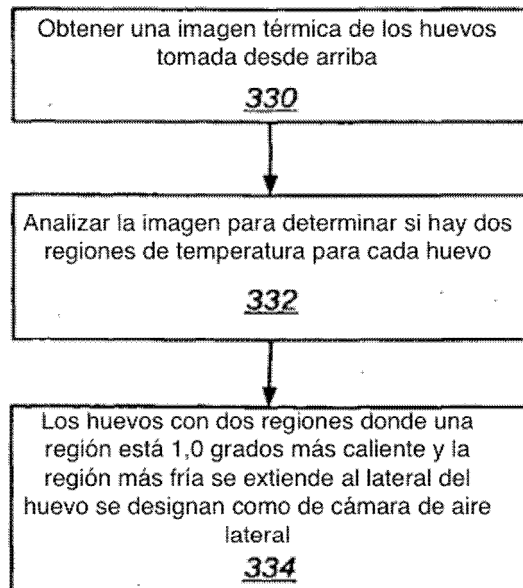
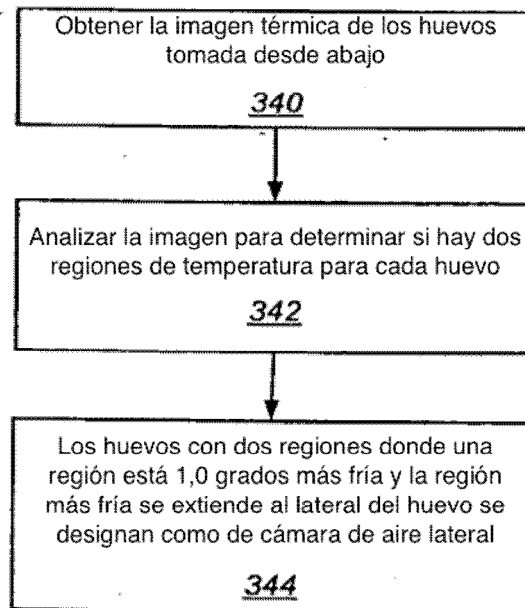


Fig. 4E



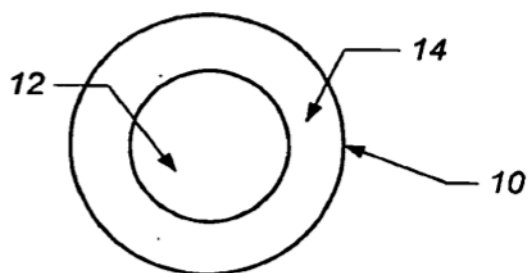


Fig. 5

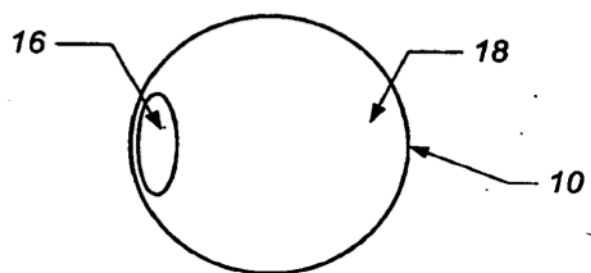


Fig. 6

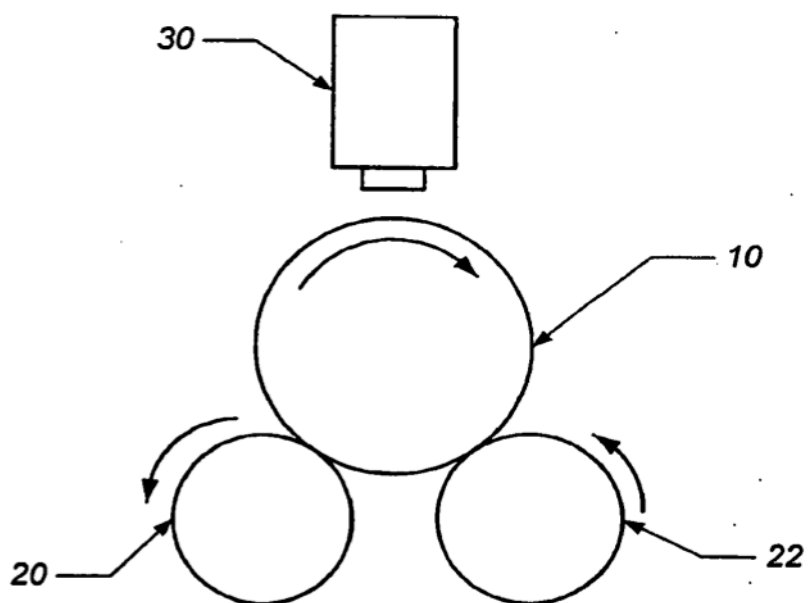


Fig. 7

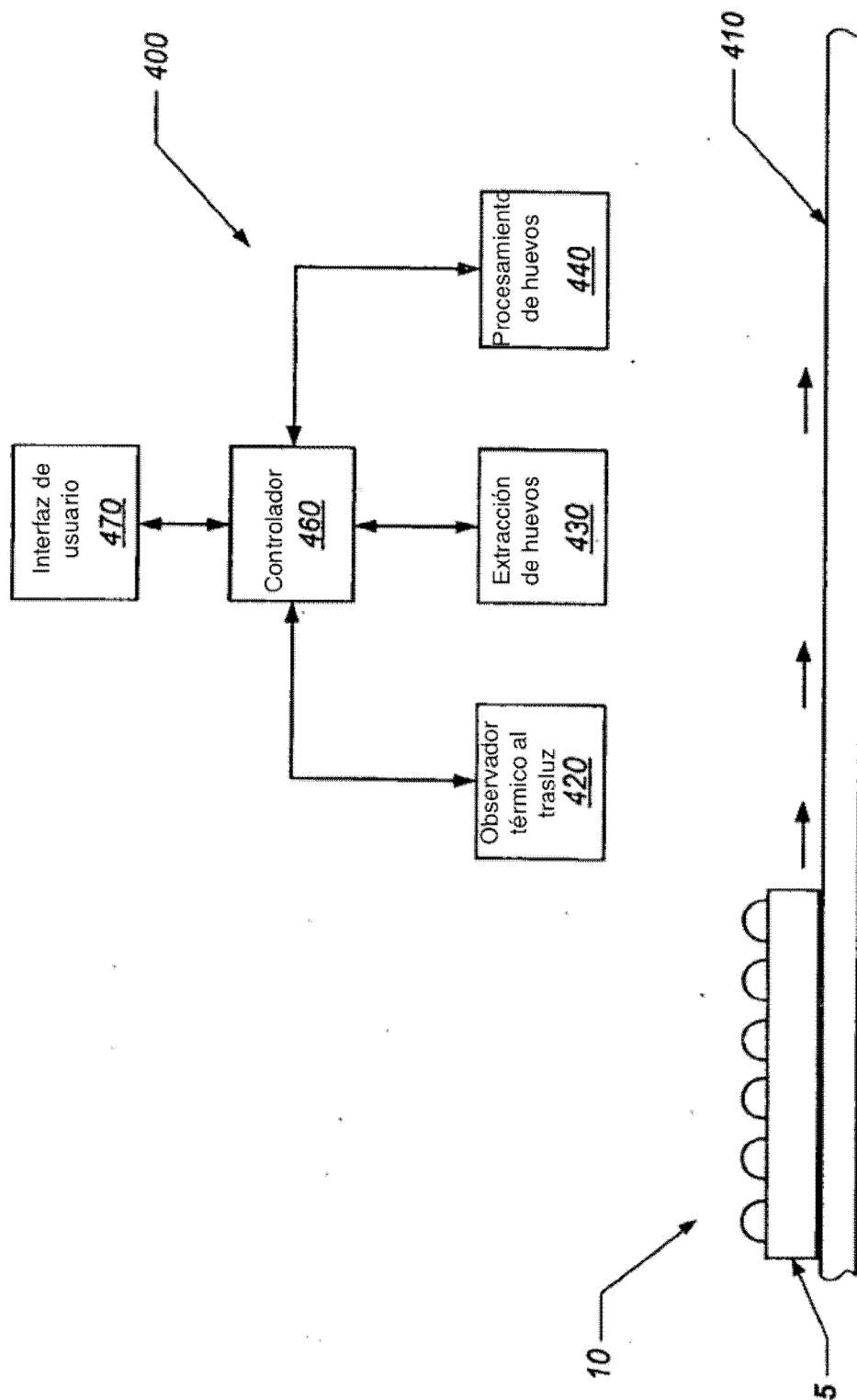


Fig. 8