

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 000 159**

51 Int. Cl.:

A01K 41/06 (2006.01)

A01K 43/00 (2006.01)

G01N 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.10.2019** **PCT/EP2019/078982**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2020** **WO20084036**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2019** **E 19790004 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2024** **EP 3869948**

54 Título: **Controlador para controlar elementos de iluminación**

30 Prioridad:

26.10.2018 EP 18202733

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

27.02.2025

73 Titular/es:

SIGNIFY HOLDING B.V. (100.00%)
High Tech Campus 48
5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

BROERSMA, RÉMY C.;
SCHLANGEN, LUCAS J. M. y
VAN DOOREN-SWEEGERS, HENRICA I. A.J.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 3 000 159 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

Controlador para controlar elementos de iluminación

5 CAMPO TÉCNICO

La presente descripción se refiere a un controlador y a un sistema de iluminación para controlar la iluminación emitida por uno o más elementos de iluminación en un entorno.

10 ANTECEDENTES

Los estudios demuestran que iluminar los huevos de animales (es decir, los huevos que contienen crías de animales no nacidas) durante el desarrollo de los animales (por ejemplo, crías de aves) en sus respectivos huevos (por ejemplo, durante la incubación y la eclosión) puede mejorar los ritmos circadianos antes del nacimiento. Un ritmo circadiano es cualquier proceso biológico que sigue un ciclo diario de aproximadamente veinticuatro horas. Los ritmos circadianos permiten a los animales (incluidas las aves) anticiparse y prepararse para los cambios ambientales regulares. Por ejemplo, los ritmos circadianos son importantes para determinar los patrones de sueño y alimentación de los animales. Los ritmos circadianos a menudo están vinculados a la luz y a la oscuridad en el entorno de un animal. También se ha demostrado que iluminar los huevos de animales, en particular, los huevos de las aves, reduce los niveles de estrés, reduce el tiempo de incubación y mejora el desarrollo de los polluelos.

Un criadero es una instalación donde se incuban huevos (por ejemplo, huevos de aves), generalmente en condiciones artificiales. Los criaderos de aves producen la mayoría de las aves consumidas por los humanos, tales como, entre otras, pollos, pavos, patos y gansos. A menudo no se dispone de iluminación (natural o artificial) en los criaderos y similares. Esto, a su vez, significa que no se obtienen los beneficios de iluminar los huevos de ave analizados anteriormente. Es decir, no tener luz afecta negativamente a la salud de los polluelos y puede aumentar las tasas de mortalidad de los polluelos recién nacidos.

En cambio, durante los últimos días del proceso de eclosión de los huevos, los huevos se someten a una iluminación constante para que los polluelos puedan encontrar comida cuando eclosionen y salgan del huevo. Si bien cierta cantidad de iluminación es beneficiosa para los polluelos, estar sometidos a veinticuatro horas de iluminación no es bueno para el ritmo circadiano (que está vinculado a períodos de luz y oscuridad).

El documento WO 2018/160537 A1 describe procedimientos de uso de la luz durante la incubación de huevos de ave para influir en las características de las aves antes y después de la eclosión. Se proporcionan cantidades específicas de energía a los huevos incubados a través de una fuente de luz, con longitudes de onda particulares, para acelerar el desarrollo del embrión y promover la miogénesis después de la eclosión. Se proporcionan longitudes de onda de luz verde, roja o azul, o combinaciones de las mismas, a los huevos en una incubadora con temperatura controlada para aumentar la producción de mioblastos y células satélite en los huevos de ave. La luz puede administrarse a los huevos de ave de una manera que induzca un ritmo circadiano de un embrión en el huevo.

RESUMEN

Los inventores de la presente invención se han dado cuenta de que sería beneficioso para la salud y el desarrollo de los animales no eclosionados crear períodos de luz y oscuridad como los experimentados por esos animales (por ejemplo, cuando están dentro de un huevo). Los inventores también se han dado cuenta de que algunos animales requieren iluminación en todo momento (por ejemplo, durante la eclosión para que cuando cada animal eclosiona, esos animales puedan encontrar comida, agua, refugio, etc.). Los inventores también se han dado cuenta de que la iluminación que tiene diferentes composiciones espectrales puede ser experimentada por un animal como iluminación que tiene diferentes intensidades si se coloca después de un filtro tal como, por ejemplo, por un animal no nacido en la cáscara de un huevo de animal. La invención se define mediante las reivindicaciones 1, 14 y 15. Otros aspectos de la invención se definen por las reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto descrito en esta invención, se proporciona un controlador configurado para controlar la iluminación emitida por uno o más elementos emisores de luz en un entorno para alojar a uno o más animales y un filtro respectivo entre cada uno de los uno o más animales y los uno o más elementos emisores de luz, donde el controlador está configurado para: controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir una iluminación que tiene una primera composición espectral durante un primer período de tiempo, donde la primera composición espectral es compuesta para producir, en un primer lado del filtro, un primer nivel de iluminación para crear un período de luminosidad relativa en el primer lado de la cáscara de huevo; controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir una iluminación que tiene una segunda composición espectral diferente durante un segundo período de tiempo posterior, donde la segunda composición espectral está compuesta para producir, en un primer lado del filtro, un segundo nivel de iluminación diferente para crear un período de oscuridad relativa en el primer lado de la cáscara de huevo; y controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir una iluminación a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo para mantener, en un segundo lado del filtro, un nivel mínimo de iluminación, donde los uno

o más animales son uno o más animales no eclosionados en los huevos de animales no eclosionados respectivos y el filtro es la cáscara de huevo de los uno o más huevos de animales no eclosionados.

Una ventaja de esto es que se crean períodos de relativa claridad y relativa oscuridad en el primer lado del filtro, tal como dentro de los huevos no eclosionados, lo que ayuda a la inducción (o creación) de un ritmo circadiano antes del nacimiento. Por ejemplo, el primer nivel de iluminación puede ser un período más claro y experimentarse como "diurno", mientras que el segundo nivel de iluminación puede ser un período más oscuro y experimentarse como "nocturno". Es más, el nivel mínimo de iluminancia en el segundo lado del filtro, tal como dentro del entorno fuera de los huevos, garantiza que los polluelos que eclosionan en cualquier período (por ejemplo, por la noche) puedan encontrar más fácilmente los alimentos, etc. Las realizaciones de la invención proporcionan condiciones de iluminación óptimas para los polluelos no nacidos, así como para los recién nacidos.

En las realizaciones, el primer lado del filtro puede ser el lado entre los animales y el filtro, y el segundo lado del filtro puede ser el lado entre el filtro y los uno o más elementos emisores de luz.

En realizaciones alternativas, el segundo lado del filtro puede ser el lado entre los animales y el filtro, y el primer lado del filtro puede ser el lado entre el filtro y los uno o más elementos emisores de luz.

En las realizaciones, los uno o más animales pueden ser aves (es decir, aves o polluelos no eclosionados).

En las realizaciones, los uno o más filtros pueden ser una cáscara de huevos de animales no eclosionados iluminada por los uno o más elementos emisores de luz, donde la primera composición espectral está compuesta para producir el primer nivel de iluminación dentro de los uno o más huevos de animales no eclosionados, donde la segunda composición espectral está compuesta para producir el segundo nivel de iluminación diferente dentro de los uno o más huevos de animales no eclosionados, y donde la iluminación emitida a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo mantiene el nivel mínimo de iluminación fuera de los uno o más huevos de animales no eclosionados.

En las realizaciones, los uno o más filtros son la cáscara de huevos de animales no eclosionados iluminada por los uno o más elementos emisores de luz, donde la primera composición espectral está compuesta para producir el primer nivel de iluminación fuera de los uno o más huevos de animales no eclosionados, donde la segunda composición espectral está compuesta para producir el segundo nivel diferente de iluminación fuera de los uno o más huevos de animales no eclosionados, y donde la iluminación emitida a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo mantiene el nivel mínimo de iluminación dentro de los uno o más huevos de animales no eclosionados.

En las realizaciones, los uno o más animales pueden ser humanos.

En las realizaciones, los uno o más filtros pueden ser gafas de sol iluminadas por los uno o más elementos emisores de luz, donde la iluminación que tiene la primera composición espectral produce el primer nivel de iluminación ópticamente aguas arriba de las gafas de sol (es decir, entre las gafas de sol y los elementos emisores de luz), donde la iluminación que tiene la segunda composición espectral produce el segundo nivel de iluminación diferente ópticamente aguas arriba de las gafas de sol, y donde la iluminación emitida a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo mantiene el nivel de iluminación mínimo ópticamente aguas abajo de las gafas de sol (es decir, entre las gafas de sol y los ojos humanos).

En las realizaciones, la iluminación emitida durante el primer período de tiempo puede tener un primer factor de transmitancia de huevo y la iluminación emitida durante el segundo período de tiempo puede tener un segundo factor de transmitancia de huevo diferente, donde el factor de transmitancia de huevo se define como una relación de: (i) la cantidad de iluminación que penetra a través de la cáscara de los uno o más huevos no eclosionados y (ii) la cantidad de iluminación incidente en la cáscara de los uno o más huevos no eclosionados (que está vinculada a la cantidad de luz emitida por los uno o más elementos emisores de luz).

En las realizaciones, la iluminación emitida durante el primer período de tiempo puede tener una primera transmitancia de huevo por lumen visible y la iluminación emitida durante el segundo período de tiempo puede tener una segunda transmitancia de huevo diferente por lumen visible.

Es decir, una mayor iluminación penetra en la cáscara del huevo en uno de los períodos de tiempo en comparación con el otro período de tiempo. Esto hace que los polluelos experimenten un período de relativa claridad y un período de relativa oscuridad.

En las realizaciones, el controlador puede configurarse para controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir una iluminación a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo para mantener un nivel de iluminancia constante en el entorno fuera de los uno o más huevos de animales no eclosionados.

Una ventaja de esto es que el nivel de iluminación en el entorno no fluctúa y, por lo tanto, que los cambios en la iluminación al cambiar del primer período al segundo período, y viceversa, no causan molestias o distracciones no

deseadas a los polluelos eclosionados y/o a cualquier otro usuario del entorno, tal como, por ejemplo, un agricultor.

En las realizaciones, el controlador puede configurarse para modificar la intensidad luminosa de la iluminación emitida por los uno o más elementos emisores de luz, donde la iluminación emitida durante el primer período de tiempo tiene una primera intensidad luminosa y la iluminación emitida durante el segundo período de tiempo tiene una segunda intensidad luminosa diferente.

Los inventores se han dado cuenta de que la variación de la intensidad luminosa de la iluminación emitida crea una diferencia de segundo orden en los niveles de iluminación experimentados en los huevos de animales no eclosionados. Es decir, puede crearse un período de luminosidad relativa y oscuridad relativa durante un período de primer orden de luminosidad relativa y/u oscuridad relativa (es decir, luminosidad más clara y luminosidad más oscura; y/u oscuridad más clara y oscuridad más oscura). Por lo tanto, en las realizaciones, el controlador puede configurarse para modificar la intensidad luminosa de la iluminación emitida por los uno o más elementos emisores de luz en el primer período de tiempo y/o el segundo período de tiempo, donde la iluminación emitida en el primer período de tiempo puede tener una primera intensidad luminosa durante un primer subperíodo de dicho primer período de tiempo y una segunda intensidad luminosa, diferente de la primera, durante un segundo subperíodo de dicho primer período de tiempo y/o la iluminación emitida en el segundo período de tiempo puede tener una tercera intensidad luminosa durante un tercer subperíodo de dicho segundo período de tiempo y una cuarta intensidad luminosa, diferente de la tercera, durante un cuarto subperíodo de dicho segundo período de tiempo.

En las realizaciones, el controlador puede configurarse para: controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir la iluminación en el primer período de tiempo con una primera temperatura de color; y controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir la iluminación en el segundo período de tiempo con una segunda temperatura de color diferente.

En las realizaciones, la primera temperatura de color puede ser superior a la segunda temperatura de color de modo que el primer nivel de iluminación dentro de los uno o más huevos de animales no eclosionados sea inferior al segundo nivel de iluminación dentro de los uno o más huevos de animales no eclosionados.

En el contexto de esta descripción, la temperatura de color de la iluminación o la temperatura de color de un elemento emisor de luz es la temperatura de un radiador ideal de cuerpo negro que irradia luz de un color comparable al del elemento emisor de luz. La temperatura de color es una característica de la luz visible y se asocia con mayor frecuencia con la "luz blanca". La luz blanca se define en esta invención como una luz que tiene coordenadas de cromaticidad en siete u ocho elipses de MacAdam del lugar del cuerpo negro (LCN). Las coordenadas de color que se encuentran en el LCN o cerca del mismo producen una luz blanca agradable para un observador humano. Sin embargo, muchos elementos emisores de luz artificial, tales como las lámparas fluorescentes o los LED (diodos emisores de luz) emiten una luz principalmente por procedimientos distintos de la radiación térmica, lo que significa que la radiación emitida no sigue el espectro del lugar del cuerpo negro. A estas fuentes se les asigna lo que se conoce como temperatura de color correlacionada TCC. La TCC es la temperatura de color de un radiador de cuerpo negro que, según la percepción del color humano, coincide más estrechamente con la luz del elemento emisor de luz artificial. La iluminación general tiene generalmente una temperatura de color (correlacionada) entre 2000 K y 10.000 K, donde la mayoría de los elementos emisores de iluminación para una iluminación general están entre 2700 K y 6500 K.

Los inventores se han dado cuenta de que, a diferencia de lo que normalmente se experimenta en el entorno fuera de los huevos de animales no eclosionados, una iluminación más cálida (por ejemplo, luz blanca cálida con una temperatura de color baja (correlacionada)) crea una luminosidad relativa dentro de los huevos de animales no eclosionados y una iluminación más fría (por ejemplo, luz blanca fría con una temperatura de color alta (correlacionada)) crea una oscuridad relativa dentro de los huevos de animales no eclosionados.

En las realizaciones, el controlador puede configurarse para: controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir la iluminación en el primer período de tiempo que tiene una misma temperatura de color (correlacionada) durante el primer período de tiempo; y controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir la iluminación en el segundo período de tiempo que tiene la misma temperatura de color (correlacionada) durante el segundo período de tiempo.

En las realizaciones, el controlador puede configurarse para controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir un ciclo de iluminación de luz-oscuridad, donde el ciclo de iluminación de luz-oscuridad comprende una pluralidad de períodos de tiempo contiguos de iluminación que comprenden los períodos de tiempo primer y segundo de iluminación, donde la iluminación emitida durante cada período de tiempo respectivo tiene una composición espectral diferente y/o una intensidad luminosa diferente en comparación con la iluminación emitida durante los otros períodos de tiempo respectivos en el ciclo de luz-oscuridad.

Por ejemplo, el ciclo de luz-oscuridad se puede usar para crear o inducir un ritmo circadiano durante la eclosión. El ciclo de luz-oscuridad puede comprender períodos relativamente más claros que tienen diferentes niveles de iluminación y períodos relativamente más oscuros que tienen diferentes niveles de iluminación.

En las realizaciones, el controlador puede configurarse para controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir el ciclo de luz-oscuridad de iluminación durante un período de tiempo de un día.

- 5 Una ventaja de esto es que dicho ciclo de luz-oscuridad puede reflejar los períodos naturales de luz y oscuridad creados por la luz del sol y la luna durante un período de veinticuatro horas.

En las realizaciones, los períodos de tiempo pueden ser programables por un usuario final.

- 10 En las realizaciones, el ciclo de luz-oscuridad de iluminación puede comprender al menos un período de tiempo adicional de iluminación que tiene una tercera composición espectral diferente y/o una tercera intensidad luminosa diferente en comparación con la de los períodos de tiempo primero y segundo.

- 15 Por ejemplo, el período de tiempo adicional que tiene la tercera composición espectral y/o la tercera intensidad luminosa diferente puede dar como resultado un nivel de iluminación en los huevos de animales no eclosionados entre el nivel de iluminación causado por el primer período de tiempo de iluminación y el segundo período de tiempo de iluminación.

- 20 En las realizaciones, la iluminación emitida por los uno o más elementos emisores de luz puede ser una iluminación visible.

- Según el segundo aspecto descrito en esta invención, se proporciona un sistema que comprende: un controlador según cualquiera de las realizaciones reivindicadas descritas en esta invención y uno o más elementos emisores de luz configurados para emitir una iluminación en el entorno.

- 25 En una realización, el sistema puede comprender un filtro adaptado para disponerse entre los elementos de iluminación y cada animal.

- 30 En las realizaciones, el sistema también puede comprender un conjunto de alojamiento de animales para alojar a un animal, y donde el controlador está configurado para controlar los uno o más elementos emisores de luz para emitir una iluminación en el conjunto de alojamiento de animales, de modo que el animal, cuando está alojado en el conjunto de alojamiento, es iluminado por dicha iluminación.

- 35 Según un tercer aspecto descrito en esta invención, se proporciona un producto de programa informático que comprende un código incorporado en un almacenamiento legible por ordenador y configurado para que cuando se ejecute en una o más unidades de procesamiento de un sistema de control controle uno o más elementos emisores de luz para realizar operaciones según cualquiera de las realizaciones reivindicadas descritas en esta invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 40 Para facilitar la comprensión de la presente descripción y para mostrar cómo se pueden poner en práctica las realizaciones, se hace referencia a modo de ejemplo a los dibujos adjuntos, donde:

- 45 La Figura 1 muestra un ejemplo de la transmitancia del huevo a través de una cáscara de huevo de pollo típica a diferentes longitudes de onda,
La Figura 2 muestra un ejemplo de comparación de la sensibilidad ocular fotópica relativa de humanos y gallinas,
La Figura 3 muestra un primer gráfico que representa cómo cambia el factor de transmitancia del huevo con la temperatura de color,
La Figura 4 muestra un segundo gráfico que representa cómo cambia el factor de transmitancia del huevo con la temperatura de color,
50 La Figura 5 muestra un gráfico de ejemplo que representa el cambio en la intensidad para los espectros de factor de transmitancia de huevo alto y bajo a la misma temperatura de color.
La Figura 6 muestra esquemáticamente un entorno que comprende un sistema de iluminación para iluminar el entorno,
55 La Figura 7 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques de un sistema de control para controlar un sistema de iluminación, y
La Figura 8 muestra esquemáticamente un ciclo de iluminación de luz-oscuridad de ejemplo,

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 60 La transmisión de las cáscaras de huevo es espectralmente dependiente. En la Figura 1 se muestra la transmisión de la cáscara de huevo de un pollito Cobb típico. Como se muestra en la Figura 1, la transmisión relativa de la iluminación a través de una cáscara de huevo generalmente aumenta a medida que aumenta la longitud de onda de iluminación, con cierta variación entre aproximadamente 540 y 650 nm. Por lo tanto, a medida que aumenta la longitud de onda de iluminación, pasa más luz a través de la cáscara del huevo y, por lo tanto, los polluelos no eclosionados se someten

a mayores niveles de iluminación.

Los lúmenes (Lm) son una medida de la cantidad total de luz percibida por el sistema visual humano que se emite desde una fuente de luz (es decir, el flujo luminoso), mientras que la iluminancia (Lux) es una medida de la cantidad de luz percibida por el sistema visual humano que incide en un área determinada, un lux es igual a un lumen por metro cuadrado. Según Nuboer y col. (Nuboer, J. F. W., y col. (1992). "Artificial lighting in poultry houses: Are photometric units appropriate for describing illumination intensities?" British Poultry Science 33(1): 135-140), la Figura 2 ilustra una curva típica de sensibilidad ocular de los pollos. Al multiplicar la función de sensibilidad visual del pollo por la radiancia espectral de una fuente de luz se obtiene el equivalente en el pollo del flujo luminoso humano (fotópico), expresado aquí por conveniencia "Lm de pollo".

Igualmente, para cualquier animal, la función de sensibilidad visual para ese animal multiplicada por la radiancia espectral (ir) define el "lm de animal" o "lx de animal" para especificar la "luminancia animal (il)".

Los niveles de "Lm de pollo"/"Lux de pollo" de una fuente de luz después de la filtración (es decir, mediante una cáscara de huevo) observados por un pollo y normalizados al nivel de Lm/Lux de una fuente de luz antes de la filtración observada por un ser humano. Aquí, la luz antes de la filtración puede ser el lm/lux (para un observador humano), pero también puede ser el "lux de gallina" o el "lumen de gallina" (para una gallina que observa la luz).

En la Fig. 2, la sensibilidad ocular para los polluelos se muestra mediante la curva 202 y la sensibilidad ocular para los seres humanos se muestra mediante la curva 204. El factor de transmisión del huevo (FTH) define la relación del Lm/Lux en el huevo en comparación con la cantidad de Lm/Lux de la fuente de luz, y se define por:

$$FTH = \frac{683 \int_{380}^{780} \phi\lambda \times Tr_{huevo} \times v_n d\lambda}{683 \int_{380}^{780} \phi\lambda \times v d\lambda}$$

$\phi\lambda$ = Distribución espectral (radiancia o irradiancia) de la fuente de luz (W/nm o W/nm m2)

Tr_{huevo} = Transmisión espectral del filtro (huevo)

v_n = Sensibilidad ocular espectral de la gallina

v = Sensibilidad ocular espectral del ser humano

El denominador en la ecuación anterior da el lumen fotópico (o lx) para un ser humano, y el numerador da el "lumen de gallina" (o "lx de gallina") en el huevo. FTH varía dependiendo de la composición espectral de la iluminación emitida por una fuente de luz.

Los observadores en los dos lados pueden, pero no necesariamente, ser de la misma especie: en un lado del filtro el observador puede ser un humano y en el otro lado un animal (por ejemplo, una gallina). En ese caso, el nivel de iluminación experimentado por el humano se expresa en lx para los humanos, y el nivel de iluminación experimentado por el animal en "lx de animal" (como, por ejemplo, "lx de gallina" como se deduce de Nuboer y col.).

La Figura 3 ilustra un gráfico de FTH para una variedad de fuentes de luz para un ancho de banda de valores de FTH definidos por: v' entre 0,42 y 0,55

$$FTH \text{ promedio} = -2,392 + 19,33 * v' - 48,43 * v'^2 + 40,66 * v'^3$$

Los límites superior (curva 302) e inferior (curva 304) se definen como +11 % y -11 % respectivamente del promedio del FTH (curva 306). Las coordenadas de color observadas en relación con las Figuras 3 y 4 se definen según la definición de color CIE $u'v'$ de 1976.

La Figura 3 muestra que los espectros que tienen una v' más alta (correspondiente a una temperatura corregida de color más baja) tienen un nivel de lux más alto en el huevo que los espectros que tienen una v' más baja (temperatura corregida de color más alta) con el mismo nivel de lux fuera del huevo. Esto significa que si se cambia el punto de color fuera de los huevos, manteniendo constante el nivel de iluminación (Lux), se crea un perfil claro-oscuro en el huevo. El intervalo dinámico entre $v' = 0,42$ y $v' = 0,55$ da lugar a un factor de dos en la luminosidad percibida. En el ejemplo de la Figura 3, las fuentes de luz se restringieron a fuentes de luz blanca con una desviación máxima en promedio de $du'v'$ de 0,007 del lugar del cuerpo negro (LCN). Es más, la amplitud se puede amplificar en un orden secundario para añadir también una variación de intensidad. El ciclo de luz-oscuridad observado en el huevo sigue siendo diferente en comparación con el exterior del huevo. Por lo tanto, esto significaría que para el período más claro se prefiere un color más cálido, mientras que para el período más oscuro se prefiere un color más frío. Esto contrasta

con lo que actualmente se considera circadiano, donde el período más claro tiene un color más frío y el más oscuro un color más cálido.

El intervalo dinámico se puede mejorar o se pueden usar diferentes colores blancos si el espectro de la fuente de luz se puede adaptar a los valores de FTH más allá de los límites actuales como se define y se representa en la figura 3. La Figura 4 ilustra los valores de FTH de nuevos espectros (ns), mostrados por triángulos invertidos, que se han realizado y que tienen FTH significativamente más altos o más bajos que los LED blancos actuales. Se usa un mayor rango dinámico para aumentar y disminuir el nivel de iluminación en la cáscara de huevo (mayor distancia vertical en la Fig. 4 entre la primera composición espectral y la segunda composición espectral), y/o para crear un ciclo de luz-oscuridad con colores más fríos en el período de luz y colores más cálidos en el período de oscuridad (mayor distancia horizontal en la Fig. 4 entre la primera composición espectral y la segunda composición espectral).

La Figura 5 ilustra un ejemplo de los espectros recién definidos (ns) para soluciones de FTH alto (curva 502) y bajo (curva 504) a una v' de $\sim 0,523$ y una temperatura de color de 3000 K. Como se muestra en la Figura 5, se pueden producir variaciones en la intensidad en la cáscara del huevo para una temperatura de color constante.

Ahora se describirán realizaciones de la invención a modo de ejemplo.

La Figura 6 ilustra un entorno 600 de ejemplo donde se pueden emplear las realizaciones descritas en esta invención. El entorno 600 es un espacio que puede estar ocupado por uno o más animales (por ejemplo, usuarios humanos 602 y/o una o más aves 604). En general, los animales pueden ser cualquier miembro del reino Animalia. Los animales son animales vivos. El entorno contiene uno o más huevos no eclosionados 608. Por ejemplo, los huevos pueden ser huevos de aves tales como gallinas, pavos, faisanes, ocas, aves de corral, pintadas, codornices, etc. En general, los huevos pueden ser huevos de cualquier animal que ponga huevos. Por ejemplo, los huevos pueden ser huevos de aves, lagartos, serpientes, reptiles, anfibios, etc. El entorno 600 puede adoptar la forma de un espacio interior tal como una o más habitaciones de una casa, oficina u otro edificio tal como un granero, criadero o granja; un espacio exterior tal como un jardín o parque; un espacio parcialmente cubierto tal como un cenador; o una combinación de tales espacios tal como una granja que comprende tanto espacios interiores como exteriores. El entorno 600 también puede adoptar la forma de un vivero o terrario.

El entorno 600 está equipado con una pluralidad de elementos emisores de luz (ópticos) (o elementos de iluminación, o fuentes de luz, o luminarias) 606 instalados o dispuestos de otro modo en diferentes ubicaciones en todo el entorno 600. Un elemento emisor de luz 606 puede referirse a cualquier tipo de dispositivo emisor de luz para iluminar un entorno o parte del entorno ocupado por un usuario 602 o ave 604, ya sea proporcionando iluminación ambiental o iluminación de tareas. Cada uno de los elementos emisores de luz 606 puede tomar cualquiera de una variedad de formas posibles, tal como una luminaria montada en el techo o en la pared, una fuente de luz de mesa o suelo independiente 606, una fuente de luz 606 montada en un poste, pórtico o aparejo (y las diferentes fuentes de luz 606 en el entorno 600 o tienen por qué adoptar la misma forma entre sí). Cualquiera que sea la forma que adopte, cada elemento emisor de luz 606 comprende al menos una lámpara (elemento de luz) y opcionalmente cualquier alojamiento, toma y/o soporte asociado. Ejemplos de lámparas adecuadas incluyen lámparas basadas en LED, o bombillas de filamento tradicionales o lámparas de descarga de gas. En los ejemplos, los uno o más elementos emisores de luz 606 pueden ser un único tipo de diodo emisor de luz (LED) o múltiples tipos de LED. En los ejemplos, los LED pueden ser LED convertidos a fósforo o LED directos y pueden emitir luz en el intervalo de ultravioleta a infrarrojo. Se apreciará que los elementos emisores de luz 606 pueden ser elementos emisores de luz distintos de los LED.

El entorno 600 comprende una pluralidad de filtros entre cada uno de los animales y los elementos emisores de luz (es decir, un filtro respectivo para cada animal). En el caso de que el animal sea un ser humano, el filtro puede ser, en general, un objeto que permite que algo de luz pase a través de él, tal como, por ejemplo, un par de gafas o gafas de sol. En el caso de que el animal no sea humano, el filtro puede ser la cáscara de huevo donde está contenido el animal sin eclosionar.

En algunos escenarios, el entorno 600 puede dividirse en una pluralidad de zonas o localidades diferentes (no se muestran), tales como diferentes habitaciones, cada una iluminada por un subconjunto respectivo diferente de uno o más de los elementos emisores de luz 606. Por ejemplo, las diferentes zonas pueden estar relacionadas con diferentes secciones de una granja o una jaula de pájaros.

El entorno 600 también puede estar equipado con uno o más dispositivos de control de iluminación 610. Cada uno de los dispositivos de control de iluminación 610 puede adoptar la forma de un dispositivo de control de iluminación autónomo 610, tal como un interruptor de luz inteligente, un interruptor de atenuación, etc. o alternativamente un dispositivo de control de iluminación 610 integrado en otro dispositivo de usuario tal como un terminal de usuario móvil tal como un teléfono inteligente o tableta, o incluso un dispositivo portátil que se puede usar alrededor del individuo. Por ejemplo, el terminal de usuario puede instalarse con una aplicación de control de iluminación adecuada. El dispositivo de control de iluminación 610 puede estar alimentado por la red eléctrica, por baterías o usar técnicas de captación de energía para suministrar su energía. El dispositivo de control de iluminación 610 está configurado para

poder controlar la luz emitida por uno o más elementos emisores de luz 606 en el entorno 600. Esto puede incluir el encendido/apagado de los elementos emisores de luz 606, el control del color de la luz, el control del nivel de atenuación, el control de un efecto de variación temporal de la luz, el control de un efecto de variación espacial de la luz o el ajuste de cualquier otro aspecto de la luz que pueda ser aplicable a los elementos emisores de luz 606 en el entorno 600. El entorno 600 también puede estar equipado con un puente o concentrador 612 del sistema de iluminación central.

La Figura 7 ilustra un sistema de control 700 que permite al usuario 602 controlar la luz de uno o más de los elementos emisores de luz 606 según una o más entradas del usuario 602 a un dispositivo de control de iluminación 610 y/o controlar el estado de luz de los elementos emisores de luz 606. Esto puede ser para controlar la luz en la misma parte del entorno 600 donde el usuario 602 introduce un comando al dispositivo de control de iluminación 610 o en una parte diferente del entorno 600.

En la Figura 7, se muestra un servidor/base de datos 710. La base de datos está configurada para almacenar una o más configuraciones asociadas con los uno o más elementos emisores de luz 606. Por ejemplo, la base de datos 710 puede almacenar configuraciones de programa, o configuraciones que definen períodos de tiempo de iluminación detallados en esta invención. La base de datos 710 puede almacenarse alternativamente en el dispositivo de control de iluminación 610, un puente 612 del sistema de iluminación central o a través de uno o más elementos emisores de luz 606.

El dispositivo de control de iluminación 610 comprende una interfaz de usuario 702 dispuesta para recibir una entrada del usuario 602 y acoplada operativamente a un controlador 704. La interfaz de usuario 702 puede comprender una pantalla de visualización en forma de una pantalla y medios para recibir entradas del usuario. Por ejemplo, la interfaz de usuario 702 puede comprender una pantalla táctil, o una interfaz de usuario de apuntar y hacer clic que comprende un ratón, un panel táctil, una bola de seguimiento o similares. De manera alternativa o adicional, la interfaz de usuario 702 puede comprender un conjunto de control de iluminación dedicado que comprende un accionador o panel de control dedicado para controlar los elementos emisores de luz 606 en el entorno 600. Por ejemplo, el dispositivo de control de iluminación 610 puede tener la forma de un conjunto de control dedicado (cableado o inalámbrico) que puede ser accionado manualmente por el usuario 602, por ejemplo, mediante el uso de uno o más botones, deslizadores, interruptores y/o diales del conjunto de control dedicado.

Como alternativa o adicionalmente, la interfaz de usuario 702 puede comprender un micrófono para recibir un comando de voz del usuario 602. En otro ejemplo, la interfaz de usuario 702 puede comprender una cámara, un detector de infrarrojos o similares para detectar comandos gestuales del usuario.

El dispositivo de control de iluminación 610 comprende el controlador 704 acoplado a la interfaz de usuario 702 para recibir una indicación de los comandos del usuario. El controlador 704 también está acoplado operativamente a un sistema de iluminación 706 que comprende los uno o más elementos emisores de luz 606 analizados en relación con la Figura 6 a través de un transceptor inalámbrico 708. El controlador 704 puede controlar así el sistema de iluminación 706 según los comandos identificados con el fin de seleccionar un programa particular. Por ejemplo, el usuario 602 puede seleccionar entre programas de diferentes escalas de tiempo, por ejemplo, un primer programa puede emitir los períodos de iluminación según las realizaciones de la invención durante un período de tiempo de veinticuatro horas, mientras que un segundo programa puede emitir los períodos de iluminación durante un período de tiempo de doce horas. El controlador 704 está configurado para recuperar las una o más configuraciones de una base de datos 710, por ejemplo, en respuesta a una entrada en la interfaz de usuario 702.

En las realizaciones, el controlador 704 se implementa en forma de software almacenado en una memoria y un procesador dispuesto para ejecutar el software (la memoria donde se almacena el software comprende una o más unidades de memoria que emplean uno o más medios de almacenamiento, por ejemplo, EEPROM o una unidad magnética, y el procesador donde se ejecuta el software comprende una o más unidades de procesamiento). Alternativamente, no se excluye que parte o la totalidad del controlador 704 pueda implementarse en circuitos de hardware dedicados, o circuitos de hardware configurables o reconfigurables, tales como una PGA o FPGA. Cualquiera que sea la forma que adopte, en las realizaciones, el controlador 704 puede implementarse internamente en un único dispositivo de control de iluminación 610 junto con la interfaz de usuario 702 y un transceptor inalámbrico 708, es decir, en el mismo alojamiento. Alternativamente, el controlador 704 podría, parcial o totalmente, implementarse externamente, tal como en un puente 612 de sistema de iluminación central o servidor 710 que comprende uno o más conjuntos de servidor en uno o más sitios geográficos (no se muestra). El controlador 704 también puede implementarse parcial o totalmente en uno o más elementos emisores de luz 606.

El controlador 704 se puede configurar para realizar algunas o todas las acciones del dispositivo de control de iluminación 610 descrito en esta invención. Por ejemplo, el controlador 704 está configurado para recibir los comandos de usuario a través de la interfaz de usuario 702. El controlador 704 también está configurado para comunicarse con uno o más elementos emisores de luz 606 en el entorno 600 a través del transceptor inalámbrico 708 y/o, cuando corresponda, el controlador 704 también está configurado para comunicarse con el puente del sistema de iluminación central 610 o el servidor 710 a través del transceptor inalámbrico 708.

El dispositivo de control de iluminación 610 comprende el transceptor inalámbrico 708 para comunicarse a través de cualquier medio inalámbrico adecuado, por ejemplo, un transceptor de radio para comunicarse a través de un canal de radio (aunque no se excluyen otras formas, por ejemplo, un transceptor de ultrasonidos o infrarrojos). El transceptor inalámbrico 708 puede comprender una interfaz Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth, Thread, etc. para comunicarse con los elementos emisores de luz 606. Cada elemento emisor de luz 606 puede configurarse para poder comunicarse a través de un canal inalámbrico para realizar las respectivas operaciones de control descritas en esta invención, preferentemente un canal de radio (aunque no se excluye la posibilidad de otros medios tales como comunicaciones visuales de luz, ultrasonidos o infrarrojos). Por ejemplo, el canal de radio puede basarse en una tecnología de acceso por radio tal como ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi, Thread, JupiterMesh, Wi-SUN, 6LoWPAN, etc. El canal de radio puede ser usado por el dispositivo de control de iluminación 610 para controlar los elementos emisores de luz 606. En el caso de recibir comandos directamente desde el dispositivo de control de iluminación 610, los elementos emisores de luz 606 comprenden cada uno un respectivo receptor o transceptor inalámbrico (no se muestra) para conectarse directamente al dispositivo de control 610.

Alternativamente, el transceptor inalámbrico 708 puede comunicarse con los elementos emisores de luz 606 a través del puente 612 del sistema de iluminación central o a través de un servidor 710, por ejemplo, a través de una red de área local o una red de área amplia, como Internet. Por tanto, los elementos emisores de luz 606 también pueden recibir los comandos de control a través del puente 612 del sistema de iluminación central o el servidor 710 a través de una conexión inalámbrica.

Tampoco se excluye que pueda proporcionarse alternativamente, o adicionalmente, una conexión por cable entre el puente 612 del sistema de iluminación central, que en los sistemas por cable se denomina más frecuentemente controlador central en lugar de puente, y los elementos emisores de luz 606 a efectos de control, por ejemplo, una conexión Ethernet o DMX.

En las realizaciones, la funcionalidad del puente 612 del sistema de iluminación central o servidor se implementa en forma de software almacenado en una memoria y un procesador dispuesto para ejecutar el software (la memoria donde se almacena el software comprende una o más unidades de memoria que emplean uno o más medios de almacenamiento, por ejemplo, EEPROM o una unidad magnética, y el procesador donde se ejecuta el software comprende una o más unidades de procesamiento). Alternativamente, no se excluye que parte o la totalidad de la funcionalidad del puente 612 del sistema de iluminación central o el servidor pueda implementarse en circuitos de hardware dedicados, o circuitos de hardware configurables o reconfigurables, tales como una PGA o FPGA. También tenga en cuenta de nuevo que el puente 612 del sistema de iluminación central o el servidor 710 pueden implementarse localmente en el entorno 600 o en una ubicación remota, y pueden comprender uno o más conjuntos físicos en uno o más sitios geográficos.

El puente 612 del sistema de iluminación central puede comprender un transceptor inalámbrico. El transceptor inalámbrico puede comprender una interfaz Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth, Thread, etc. para comunicarse con los elementos emisores de luz 606, el dispositivo de control de iluminación 610 o el servidor 710 a través de una red de área local y/o amplia. Por ejemplo, un canal de radio puede basarse en una tecnología de acceso por radio tal como ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi, Thread, JupiterMesh, Wi-SUN, 6LoWPAN, etc. De forma alternativa o adicional, en las realizaciones, el puente 612 del sistema de iluminación central puede comprender una conexión por cable para comunicarse con los elementos emisores de luz 606, el dispositivo de control de iluminación 610 o el servidor 710.

Cualquiera que sea la implementación que el controlador 704 adopte en términos de infraestructura física, el controlador 704 en el dispositivo de control 610, el puente 612, los elementos emisores de luz 606 y/o el servidor 710 pueden configurarse para controlar los elementos emisores de luz 606 según lo siguiente.

El controlador 704 está configurado para controlar uno o más elementos emisores de luz 606 para emitir una iluminación que tiene una primera composición espectral durante un primer período de tiempo. La iluminación que tiene la primera composición espectral produce un primer nivel de iluminación en un lado de un filtro (por ejemplo, dentro de los huevos de aves no eclosionados 608) que está iluminado por la iluminación. Posteriormente, el controlador 704 controla uno o más elementos emisores de luz 606 para emitir una iluminación que tiene una segunda composición espectral diferente durante un segundo período de tiempo. La iluminación que tiene la segunda composición espectral produce un segundo nivel de iluminación diferente en el mismo lado del filtro (por ejemplo, dentro de los huevos de aves no eclosionados 608) que está iluminado por la iluminación. En esta invención, el nivel de iluminación puede ser un nivel de iluminancia, es decir, una medida de iluminancia debida a la luz recibida directa o indirectamente de los elementos emisores de luz. Para los humanos, esto significa que la distribución de potencia espectral (DPE) se pondera con la función de sensibilidad (ocular) V_{λ} para la visión fotópica (en humanos). Sin embargo, para una especie diferente (por ejemplo, gallinas), esto significa que la DPE se pondera con la sensibilidad ocular fotópica de esa especie (por ejemplo, la curva de Nubner para los polluelos). El controlador puede configurarse para tener en cuenta la ponderación de la sensibilidad ocular de los animales relevantes en el entorno con el fin de crear los diferentes niveles de iluminancia.

Un período de oscuridad relativa o luminosidad relativa seguido de un período de luminosidad relativa u oscuridad relativa, respectivamente, es beneficioso para las aves no nacidas, ya que puede inducir un ritmo circadiano, reducir el estrés y mejorar el desarrollo de las aves aún no nacidas.

En este caso, la composición espectral de la iluminación se define como el intervalo de longitudes de onda que conforman la iluminación. Las composiciones espectrales primera y segunda comprenden una o más longitudes de onda diferentes. Las composiciones espectrales primera y segunda pueden superponerse. Es decir, pueden comprender una o más de las mismas longitudes de onda. De manera alternativa, las composiciones espectrales primera y segunda pueden ser mutuamente excluyentes. Es decir, la primera composición espectral puede no comprender ninguna longitud de onda incluida en la segunda composición espectral. En algunos ejemplos, la primera composición espectral y la segunda composición espectral pueden elegirse de modo que el primer nivel de iluminancia en los huevos de aves no eclosionados 608 sea superior al segundo nivel de iluminancia. Alternativamente, la primera composición espectral y la segunda composición espectral pueden elegirse de modo que el primer nivel de iluminancia en los huevos de aves no eclosionados 608 sea inferior al segundo nivel de iluminancia.

El controlador 704 está configurado para funcionar con un filtro o tipo de filtro particular. Es decir, el controlador 704 está configurado para establecer la composición espectral de la iluminación emitida según el filtro particular, es decir, para establecer la composición espectral para el material de filtro particular (dada su transmitancia) de modo que se logren períodos de luminosidad y oscuridad relativas en un lado y un nivel de iluminación mínimo en el otro lado para ese material de filtro particular. Por ejemplo, las composiciones espectrales usadas para un filtro tal como una cáscara de huevo pueden ser diferentes en comparación con las composiciones espectrales usadas para un filtro tal como una lente de gafas de sol. Es más, el controlador 704 puede configurarse para cambiar las composiciones espectrales según el tipo (especie) particular de animal en cada lado del filtro, es decir, para establecer las composiciones espectrales para la transmitancia del material de filtro y el tipo de animal dados, de modo que los niveles de iluminación especificados se logren dentro de cierto intervalo del pico de la curva de sensibilidad espectral del sistema visual de la especie o animal particular. Por ejemplo, las composiciones espectrales usadas para humanos pueden ser diferentes en comparación con las composiciones espectrales usadas para polluelos.

Los períodos de tiempo primero y segundo pueden ser contiguos. Es decir, el segundo período de tiempo de iluminación comienza inmediatamente después del primer período de tiempo de iluminación.

Los períodos de tiempo primero y segundo de iluminación pueden aplicarse a algunos o todos los mismos elementos emisores de luz 606. Alternativamente, se puede usar un conjunto diferente de elementos emisores de luz 606 para emitir el primer período de tiempo de iluminación en comparación con el segundo período de tiempo de iluminación. En algunos ejemplos, se puede usar un único elemento emisor de luz para emitir uno o ambos períodos de tiempo de iluminación.

Los períodos de tiempo primero y segundo de iluminación pueden tener la misma duración. Es decir, la iluminación que tiene la primera composición espectral se emite durante la misma cantidad de tiempo que la iluminación que tiene la segunda composición espectral. Alternativamente, los períodos de tiempo primero y segundo de iluminación pueden tener diferentes duraciones. Por ejemplo, el primer período de tiempo de iluminación puede tener una duración más larga o más corta que el segundo período de tiempo de iluminación.

El controlador 704 también está configurado para controlar uno o más de los elementos emisores de luz 606 para emitir una iluminación a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo para mantener un nivel de iluminancia mínimo dentro del entorno 600 en un lado diferente del filtro que el lado donde se perciben los períodos de tiempo de luminosidad relativa y oscuridad relativa (por ejemplo, fuera de los huevos de aves no eclosionados 608 en el entorno 600 usado por las aves eclosionadas 604, otros animales, agricultores 602, etc.). La iluminación emitida a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo puede ser la iluminación que tiene la primera composición espectral seguida de la iluminación que tiene la segunda composición espectral (es decir, no se emite iluminación adicional). La iluminación se emite continuamente de modo que siempre haya un nivel mínimo de iluminancia dentro del entorno 600.

Mantener un nivel mínimo de iluminación dentro del entorno 600 es beneficioso ya que garantiza que las aves recién nacidas 604 puedan encontrar alimento, agua y refugio al eclosionar. Un nivel mínimo de iluminación también es útil para otros observadores, por ejemplo, para los agricultores que inspeccionan los huevos 608 o los polluelos.

El nivel mínimo de iluminancia puede variar a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo. Por ejemplo, el nivel de iluminancia mínimo mantenido durante el primer período de tiempo puede ser diferente en comparación con el nivel de iluminancia mínimo mantenido durante el segundo período de tiempo. Alternativamente, el controlador 704 puede configurarse para mantener un nivel de iluminancia constante a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo. Es decir, la cantidad de iluminación emitida por los elementos emisores de luz 606 a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo no fluctúa.

El controlador 704 puede controlar los uno o más elementos de iluminación 606 de modo que la iluminación emitida

durante el primer período de tiempo tenga un primer factor de transmitancia de huevo (FTH). El FTH es igual a la cantidad de iluminación que penetra en la cáscara de un huevo de ave no eclosionado dividido por la cantidad de iluminación emitida por los elementos emisores de luz 606. En otras palabras, el FTH define la relación de Lm (o Lux) dentro de la cáscara de huevo en comparación con la cantidad de Lm (o Lux) de los elementos emisores de luz 606.

5 El controlador 704 puede controlar los uno o más elementos de iluminación 606 de modo que la iluminación emitida durante el segundo período de tiempo tenga un segundo factor de transmitancia de huevo diferente. A medida que aumenta el FTH, más iluminación penetra en la cáscara y, por lo tanto, aumenta el nivel de iluminación dentro del huevo de ave. El segundo FTH puede ser mayor que el primer FTH, de modo que el segundo nivel de iluminancia dentro de los uno o más huevos de aves 608 es superior al primer nivel de iluminancia. Alternativamente, el segundo

10 FTH puede ser inferior al primer FTH de modo que el segundo nivel de iluminancia dentro de los uno o más huevos de aves 608 sea inferior al primer nivel de iluminancia.

El controlador 704 puede controlar los uno o más elementos emisores de luz 606 de modo que la iluminación emitida durante el primer período de tiempo tenga una primera transmitancia de huevo por lumen visible, es decir, una primera cantidad de iluminación penetra en una cáscara de huevo por lumen de luz visible emitida por los elementos emisores de luz 606. El controlador 704 también puede controlar los uno o más elementos emisores de luz 606 de modo que la iluminación emitida durante el segundo período de tiempo tenga una segunda transmitancia de huevo por lumen visible. La segunda transmitancia de huevo por lumen visible puede ser superior a la primera transmitancia de huevo por lumen de modo que el segundo nivel de iluminancia dentro de los uno o más huevos de aves 608 es superior al

15 primer nivel de iluminancia. Alternativamente, la segunda transmitancia de huevo por lumen visible puede ser inferior a la primera transmitancia de huevo por lumen de tal manera que el segundo nivel de iluminancia dentro de los uno o más huevos de aves 608 sea inferior al primer nivel de iluminancia.

Como una característica opcional, el controlador 704 puede controlar los uno o más elementos emisores de luz 606 para emitir una iluminación que tiene una primera intensidad luminosa durante el primer período de tiempo de iluminación y para emitir una iluminación que tiene una segunda intensidad luminosa diferente durante el segundo período de tiempo de iluminación. La intensidad luminosa de la iluminación emitida está relacionada con el nivel de iluminación experimentado dentro de los huevos de aves 608, de modo que una mayor intensidad luminosa da como resultado un mayor nivel de iluminación. Por lo tanto, un período de luminosidad relativa se puede hacer relativamente más claro o relativamente más oscuro aumentando o disminuyendo la intensidad luminosa, respectivamente. De

25 manera similar, un período de oscuridad relativa se puede hacer relativamente más claro o relativamente más oscuro aumentando o disminuyendo la intensidad luminosa, respectivamente.

En algunos ejemplos, el primer período de tiempo de iluminación puede dividirse en dos o más subperíodos de iluminación, con cada subperíodo de iluminación teniendo una intensidad luminosa diferente. Por ejemplo, el primer período de tiempo de iluminación puede dividirse en dos subperíodos de iluminación, teniendo el primer subperíodo de iluminación una mayor intensidad luminosa en comparación con el segundo subperíodo de iluminación. Por lo tanto, el primer período de tiempo de iluminación tendrá dos niveles de iluminancia diferentes. Como ejemplo, el primer período de tiempo de iluminación puede ser un período de oscuridad relativa, con el primer subperíodo siendo más claro (o más oscuro) que el segundo subperíodo. De manera similar, el segundo período de tiempo de iluminación puede dividirse en dos o más subperíodos de iluminación, con cada subperíodo de iluminación teniendo una intensidad luminosa diferente. A modo de ejemplo, el segundo período de tiempo de iluminación puede ser un período de luminosidad relativa, con un primer subperíodo siendo más claro (o más oscuro) que un segundo subperíodo.

35

40

El controlador 704 puede controlar los uno o más elementos emisores de luz 606 de modo que la iluminación emitida durante el primer período de tiempo se emita a una primera temperatura de color. De manera similar, el controlador 704 puede controlar los uno o más elementos emisores de luz 606 de modo que la iluminación emitida durante el segundo período de tiempo se emita a una segunda temperatura de color diferente. Dado que se ha descubierto que la luz más cálida (temperatura de color más baja) se transmite a través de las cáscaras de los huevos de las aves más fácilmente (es decir, en mayor medida) que la luz más fría (temperatura de color más alta), el nivel de iluminancia dentro de los huevos de las aves 608 disminuirá a medida que aumente la temperatura de color de iluminación. La segunda temperatura de color puede ser superior a la primera temperatura de color de modo que el segundo nivel de iluminancia dentro de los uno o más huevos de aves 608 sea inferior al primer nivel de iluminancia. Alternativamente, la segunda temperatura de color puede ser inferior a la primera temperatura de color de modo que el segundo nivel de iluminancia dentro de los uno o más huevos de aves 608 sea superior al primer nivel de iluminancia.

45

50

55

En realizaciones alternativas, el controlador 704 puede controlar los uno o más elementos emisores de luz 606 de modo que la iluminación emitida durante el primer período de tiempo y el segundo período de tiempo se emitan a la misma temperatura de color. Es decir, la temperatura de color de la iluminación emitida es constante a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo. En este caso, la iluminación en los huevos de aves no eclosionados 608 varía por medio de las diferentes composiciones espectrales de los períodos de tiempo primero y segundo o por una combinación de las diferentes composiciones espectrales y las diferentes intensidades luminosas de la luz emitida durante los períodos de tiempo primero y segundo de iluminación.

60

Los períodos de tiempo primero y segundo de iluminación pueden formar un ciclo de luz-oscuridad de períodos

65

contiguos de iluminación. Es decir, los períodos de tiempo primero y segundo de iluminación pueden repetirse periódicamente, uno tras otro. El controlador 704 puede controlar los elementos emisores de luz 606 para emitir una iluminación que tiene la primera composición espectral durante el primer período de tiempo posterior a la emisión de la iluminación que tiene la segunda composición espectral durante el segundo período de tiempo, y seguido de iluminación que tiene la segunda composición espectral, y así sucesivamente.

El ciclo de luz-oscuridad puede comprender al menos un período de tiempo adicional de iluminación que tiene una tercera composición espectral que es diferente en comparación con la iluminación emitida durante los períodos de tiempo primero y segundo de iluminación. La tercera composición espectral puede superponerse parcialmente con las composiciones espectrales primera y/o segunda. De manera alternativa, la tercera composición espectral puede no comprender ninguna longitud de onda de luz que esté presente en las composiciones espectrales primera y segunda. En algunos ejemplos, el ciclo de luz-oscuridad puede comprender períodos de tiempo adicionales de iluminación, con cada período de tiempo de iluminación teniendo una composición espectral que es diferente en comparación con la del período de tiempo anterior de iluminación. Opcionalmente, cada período de tiempo de iluminación puede tener una composición espectral que es diferente en comparación con la de todos los períodos de tiempo de iluminación anteriores.

Adicional o alternativamente, el ciclo de luz-oscuridad puede comprender períodos contiguos de iluminación que tienen cada uno una intensidad luminosa diferente en comparación con la de algunos o todos los otros períodos de tiempo de iluminación. Es decir, cada período de tiempo de iluminación del ciclo de luz-oscuridad puede diferir en intensidad luminosa en comparación con el período de tiempo de iluminación anterior y/o todos los períodos de tiempo de iluminación anteriores. Por ejemplo, el ciclo de luz-oscuridad puede comprender al menos un período de tiempo adicional de iluminación que tiene una tercera intensidad luminosa que es diferente en comparación con la iluminación emitida para los períodos de tiempo primero y segundo de iluminación.

En ejemplos preferidos, el ciclo de luz es de un día. El ciclo de luz puede ser exactamente o aproximadamente de veinticuatro horas. En ejemplos alternativos, el ciclo de luz puede ser superior o inferior a un día. Por ejemplo, el ciclo de luz puede repetirse dos veces cada veinticuatro horas. En otro ejemplo, el ciclo de luz puede ser de entre veinte y veintiocho horas.

La Figura 8 ilustra un ciclo de luz-oscuridad 800 de ejemplo que tiene cuatro períodos de tiempo contiguos de iluminación. Como se muestra en la Figura 8, las composiciones espectrales (y opcionalmente las intensidades luminosas y/o las temperaturas de color) de los cuatro períodos de tiempo de iluminación se eligen de modo que los períodos de tiempo primero 801 y tercero 803 de iluminación son períodos de oscuridad relativa, mientras que los períodos de tiempo segundo 802 y cuarto 804 de iluminación son períodos de luminosidad relativa.

Uno, algunos o todos los períodos de tiempo de iluminación, composiciones espectrales, intensidades luminosas y/o temperaturas de color pueden determinarse por factores tales como, por ejemplo, el tipo de ave (por ejemplo, gallina, pavo, pato, etc.), la raza de ave (por ejemplo, Cobb, Ross, etc.) y el tiempo de eclosión típico del tipo y/o raza de ave. En algunos ejemplos, los períodos de tiempo pueden ser programables por un usuario final, tal como un agricultor. Por ejemplo, el usuario final puede usar el dispositivo de control de iluminación 610 para programar uno o más de los períodos de tiempo. En ejemplos alternativos, el usuario final 602 puede no ser capaz de cambiar los períodos de tiempo o las características de luz de los ajustes iniciales.

Los expertos en la materia pueden entender y efectuar otras variaciones en las realizaciones descritas al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, el término "comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "una" o "un/uno" no excluye una pluralidad. Un único procesador u otro conjunto puede cumplir las funciones de varios artículos mencionados en las reivindicaciones. El mero hecho de que determinadas medidas se reciten en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que no se pueda usar una combinación de estas medidas para obtener ventajas. Un programa informático puede almacenarse/distribuirse en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, pero también puede distribuirse de otras formas, tal como a través de Internet u otros sistemas de telecomunicaciones cableados o inalámbricos. Cualquier signo de referencia que haya en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un controlador (704) configurado para controlar la iluminación emitida por uno o más elementos emisores de luz (606) en un entorno (600) para alojar uno o más animales no eclosionados en huevos de animales no eclosionados (608) respectivos y una cáscara de huevo respectiva entre cada uno de los uno o más animales no eclosionados y los uno o más elementos emisores de luz (606), **caracterizado porque** el controlador (704) está configurado para:

controlar los uno o más elementos emisores de luz (606) para emitir una iluminación que tiene una primera composición espectral durante un primer período de tiempo, donde la primera composición espectral está compuesta para producir, en un primer lado de la cáscara de huevo de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608), un primer nivel de iluminación para crear un período de luminosidad relativa en el primer lado de la cáscara de huevo;

controlar los uno o más elementos emisores de luz (606) para emitir una iluminación que tiene una segunda composición espectral diferente durante un segundo período de tiempo posterior, donde la segunda composición espectral está compuesta para producir, en un primer lado de la cáscara de huevo de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608), un segundo nivel de iluminación diferente para crear un período de oscuridad relativa en el primer lado de la cáscara de huevo; y

controlar los uno o más elementos emisores de luz (606) para emitir una iluminación a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo para mantener, en un segundo lado de la cáscara de huevo de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608), un nivel mínimo de iluminación.

2. Un controlador según la reivindicación 1, donde el primer lado de la cáscara de huevo de los uno o más huevos de animales no eclosionados es el interior de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608), donde el segundo lado de la cáscara de huevo de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608) es el entorno (600) fuera de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608).

3. Un controlador según la reivindicación 1, donde el primer lado de la cáscara de huevo de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608) es el entorno fuera de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608), donde el segundo lado de la cáscara de huevo de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608) es el interior de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608).

4. Un controlador (704) según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, donde la iluminación emitida durante el primer período de tiempo tiene un primer factor de transmitancia de huevo y la iluminación emitida durante el segundo período de tiempo tiene un segundo factor de transmitancia de huevo diferente, donde el factor de transmitancia de huevo se define como una relación de: (i) una cantidad de la iluminación que penetra a través de la cáscara de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608) y (ii) una cantidad de la iluminación incidente en la cáscara de los uno o más huevos no eclosionados y emitida por los uno o más elementos emisores de luz (606).

5. Un controlador (704) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, donde la iluminación emitida durante el primer período de tiempo tiene una primera transmitancia de huevo por lumen visible y la iluminación emitida durante el segundo período de tiempo tiene una segunda transmitancia de huevo diferente por lumen visible.

6. Un controlador (704) según la reivindicación 2 o cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5 cuando dependen de la reivindicación 2, donde el controlador (704) está configurado para controlar los uno o más elementos emisores de luz (606) para emitir una iluminación a lo largo de los períodos de tiempo primero y segundo para mantener, fuera de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608), un nivel constante de iluminación.

7. Un controlador (704) según cualquier reivindicación anterior, donde el controlador (704) está configurado para modificar la intensidad luminosa de la iluminación emitida por los uno o más elementos emisores de luz (606), donde la iluminación emitida durante el primer período de tiempo tiene una primera intensidad luminosa y la iluminación emitida durante el segundo período de tiempo tiene una segunda intensidad luminosa diferente.

8. Un controlador (704) según cualquier reivindicación anterior, donde el controlador (704) está configurado para:

controlar los uno o más elementos emisores de luz (606) para emitir la iluminación en el primer período de tiempo con una primera temperatura de color correlacionada durante el primer período de tiempo; y
controlar los uno o más elementos emisores de luz (606) para emitir la iluminación en el segundo período de tiempo con una segunda temperatura de color correlacionada diferente durante el segundo período de tiempo.

9. Un controlador (704) según la reivindicación 8 cuando depende de la reivindicación 2 o la reivindicación 3, donde la primera temperatura de color correlacionada es superior a la segunda temperatura de color correlacionada, de modo que el primer nivel de iluminación dentro o fuera de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608) es inferior al segundo nivel de iluminación fuera o dentro de los uno o más huevos de animales no eclosionados (608).

10. Un controlador (704) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el controlador (704) está configurado para:

5 controlar los uno o más elementos emisores de luz (606) para emitir la iluminación en el primer período de tiempo que tiene una misma temperatura de color correlacionada durante el primer período de tiempo; y
controlar los uno o más elementos emisores de luz (606) para emitir la iluminación en el segundo período de tiempo que tiene la misma temperatura de color correlacionada durante el segundo período de tiempo.

10 11. Un controlador (704) según cualquier reivindicación anterior, donde el controlador (704) está configurado para controlar los uno o más elementos emisores de luz (606) para emitir un ciclo de luz-oscuridad (800) de iluminación, donde el ciclo de luz-oscuridad (800) de iluminación comprende una pluralidad de períodos de tiempo contiguos de iluminación que comprenden los períodos de tiempo primero y segundo de iluminación, donde la iluminación emitida durante cada período de tiempo respectivo tiene una composición espectral diferente y/o una intensidad luminosa diferente en comparación con la iluminación emitida durante los otros períodos de tiempo respectivos en el ciclo de luz-oscuridad (800).
15

12. Un controlador (704) según la reivindicación 11, donde el controlador (704) está configurado para controlar los uno o más elementos emisores de luz (606) para emitir el ciclo de luz-oscuridad (800) de iluminación durante un período de tiempo de un día.
20

13. Un controlador (704) según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, donde el ciclo de luz-oscuridad (800) de iluminación comprende al menos un período de tiempo adicional de iluminación que tiene una tercera composición espectral diferente y/o una tercera intensidad luminosa diferente en comparación con los períodos de tiempo primero y segundo.
25

14. Un sistema (700) que comprende:

un controlador (704) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13; y
uno o más elementos emisores de luz (606) configurados para emitir una iluminación en el entorno (600).
30

15. Un producto de programa informático que comprende un código incorporado en un almacenamiento legible por ordenador y configurado para que cuando se ejecute en una o más unidades de procesamiento de un sistema de control controle uno o más elementos emisores de luz (606) para realizar operaciones según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.
35

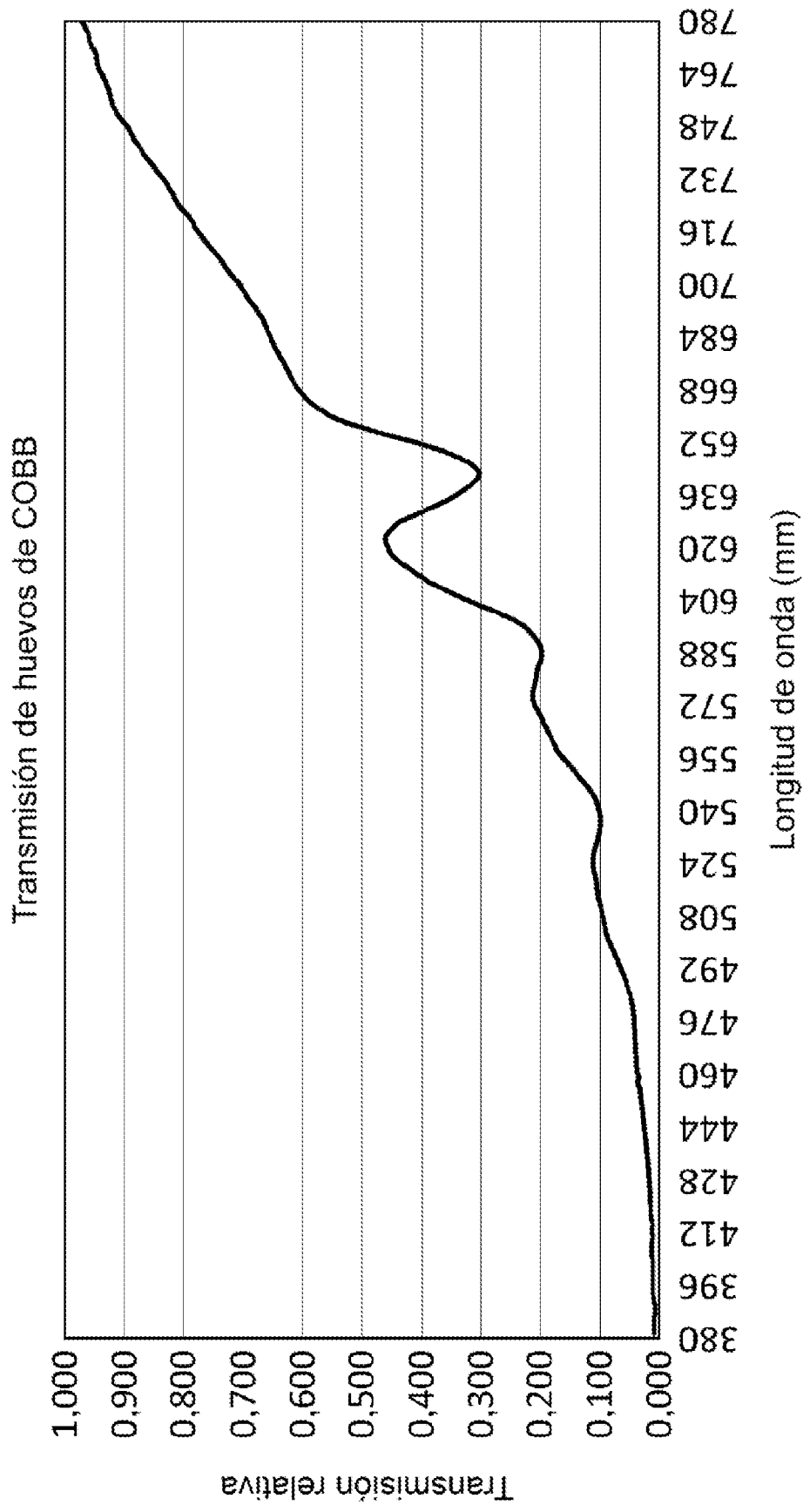


FIG. 1

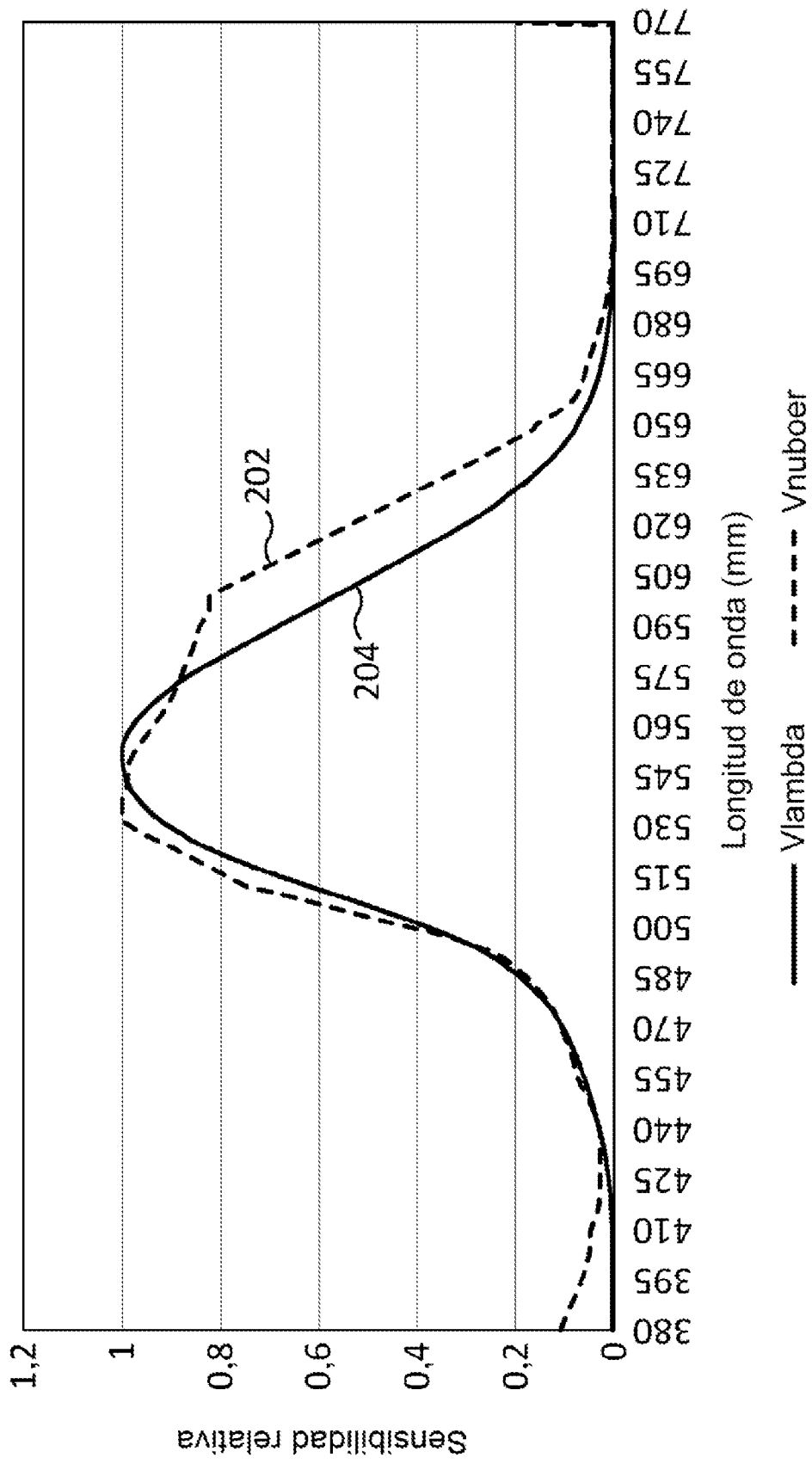
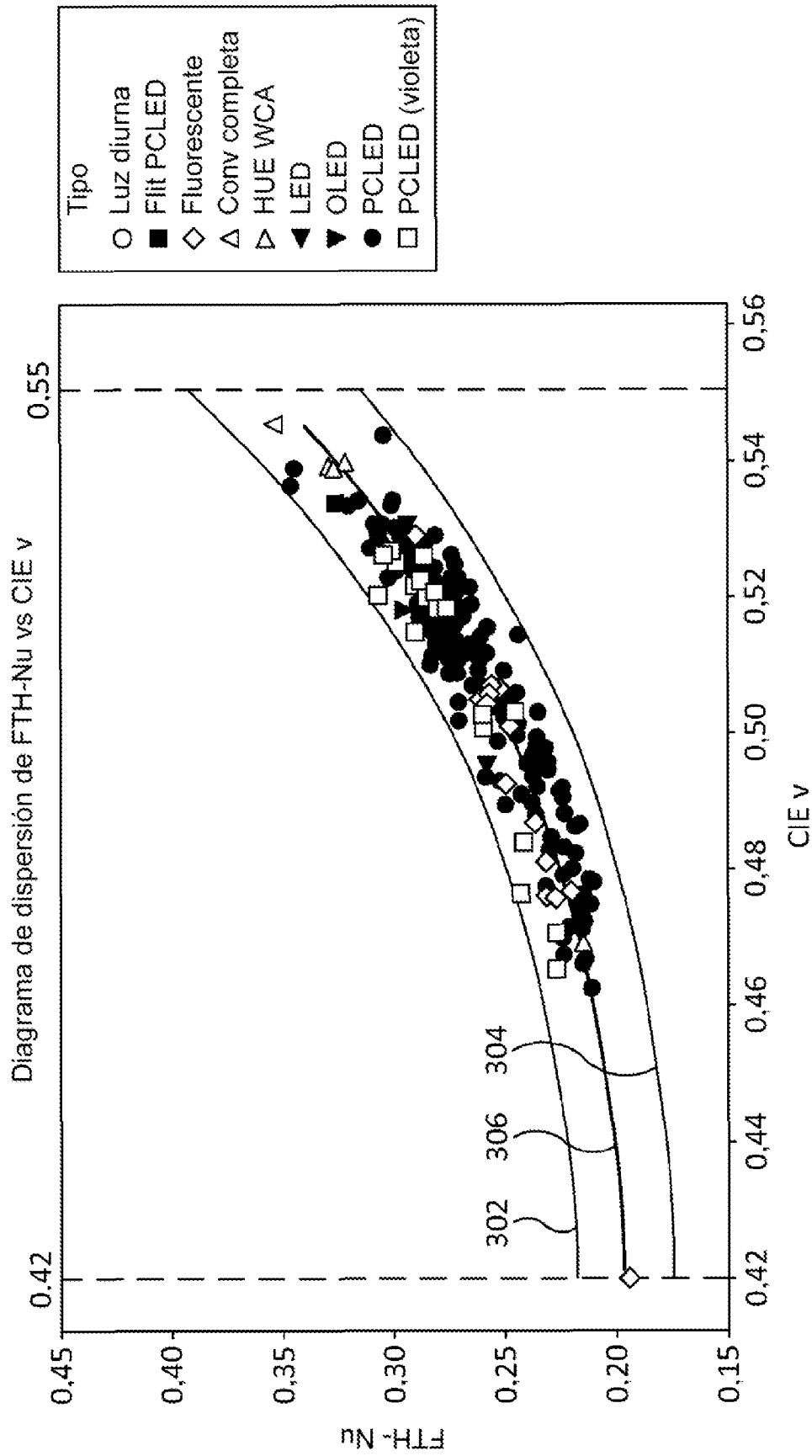
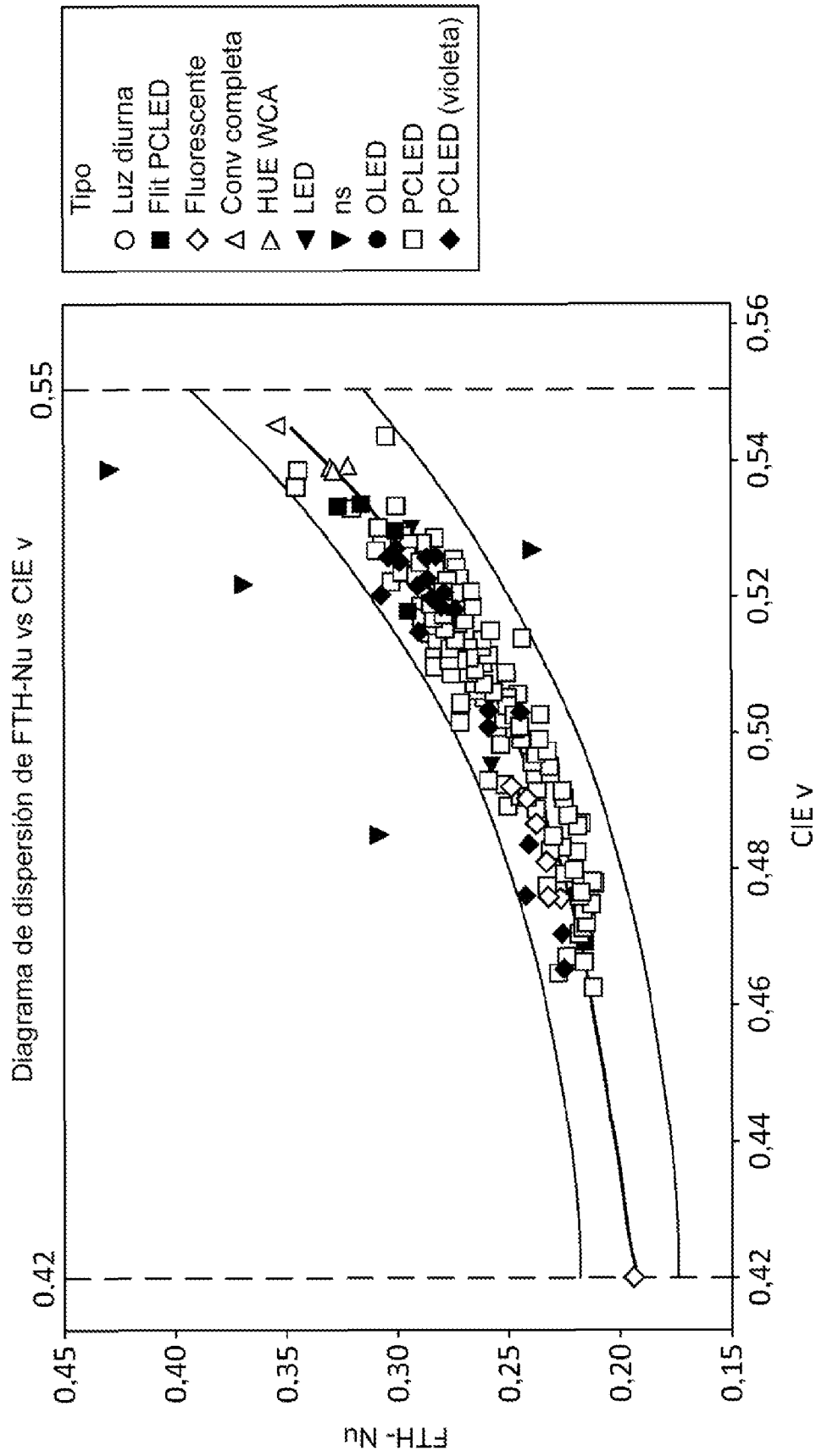


FIG. 2



Los resultados incluyen filas donde "DC=" < 0,007 y "DC=" > -0,007"

FIG. 3



Los resultados incluyen filas donde "DC=" < 0,007 y "DC=" > -0,007"

FIG. 4

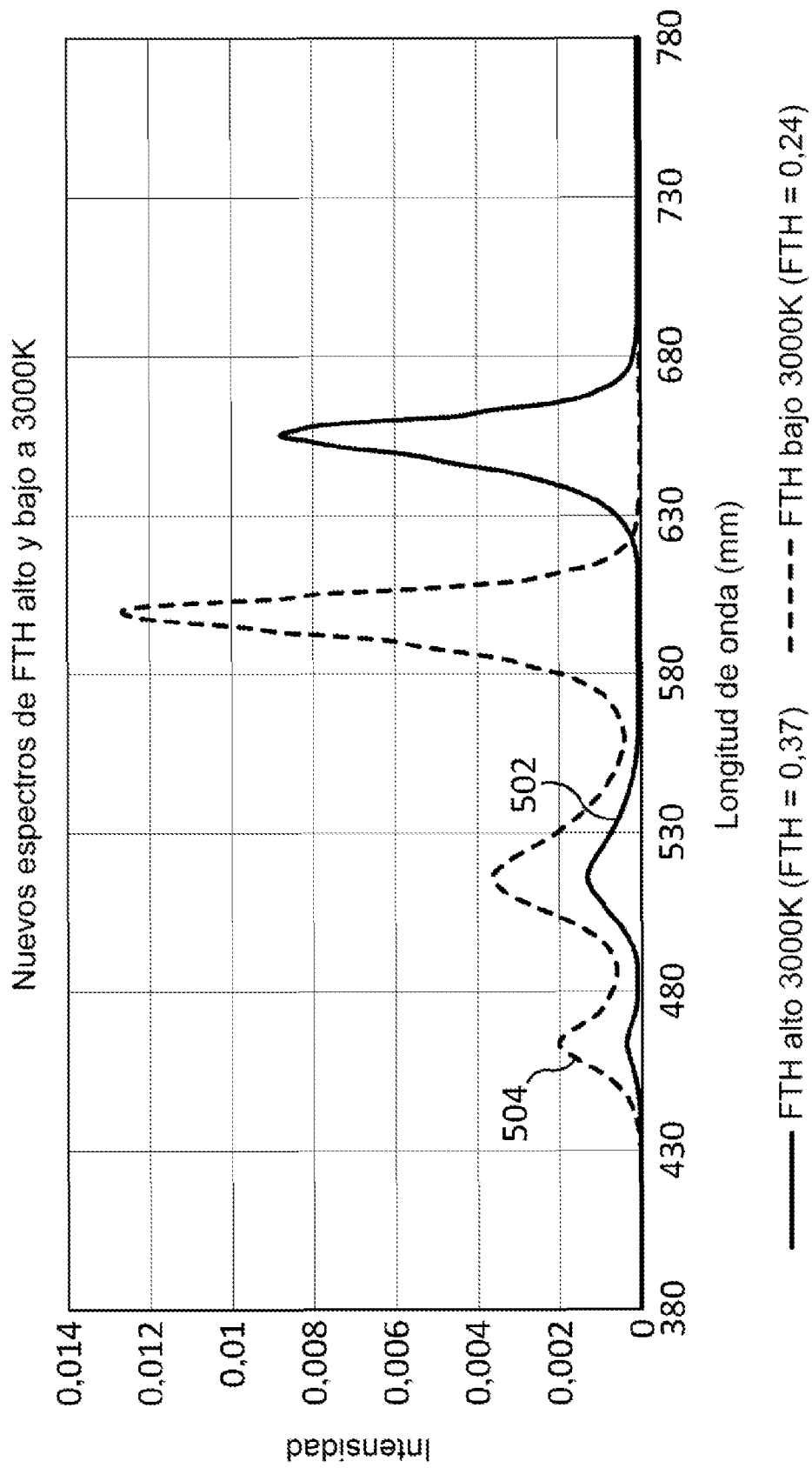


FIG. 5

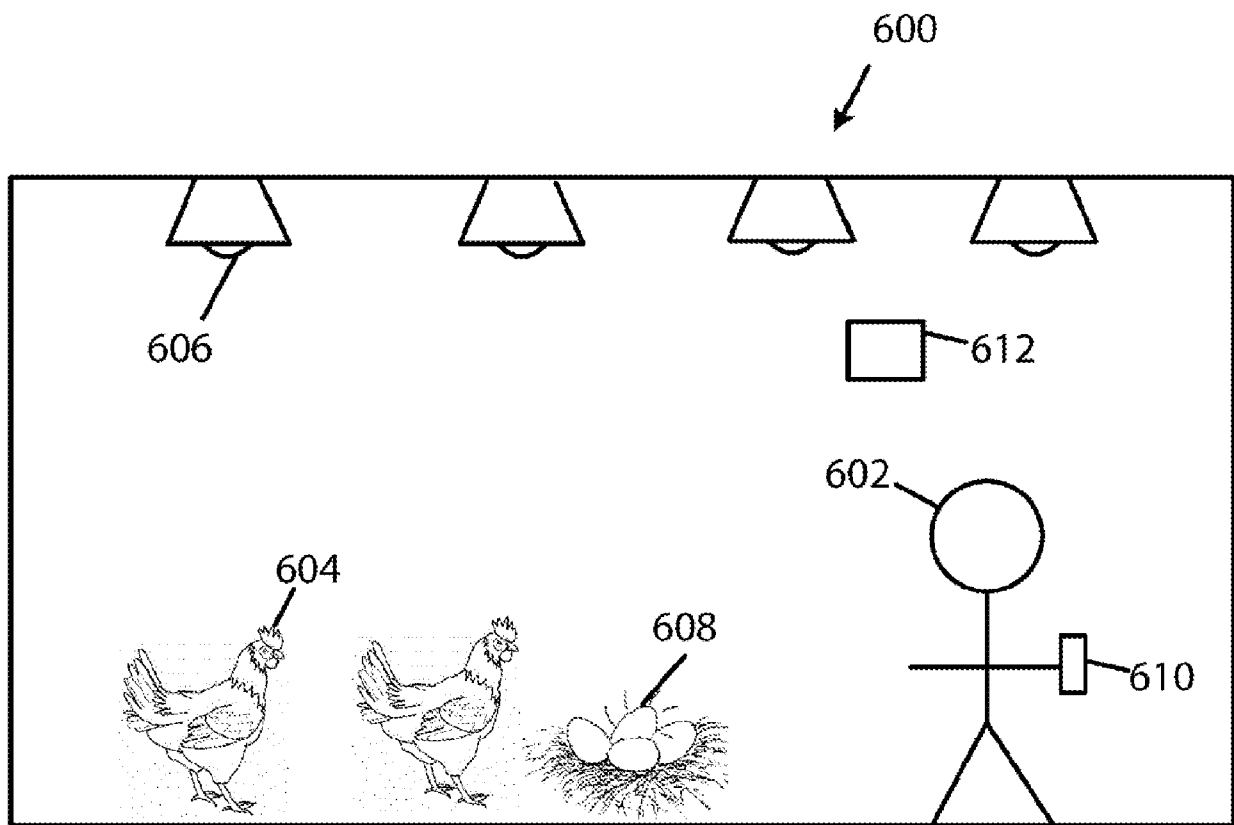


FIG. 6

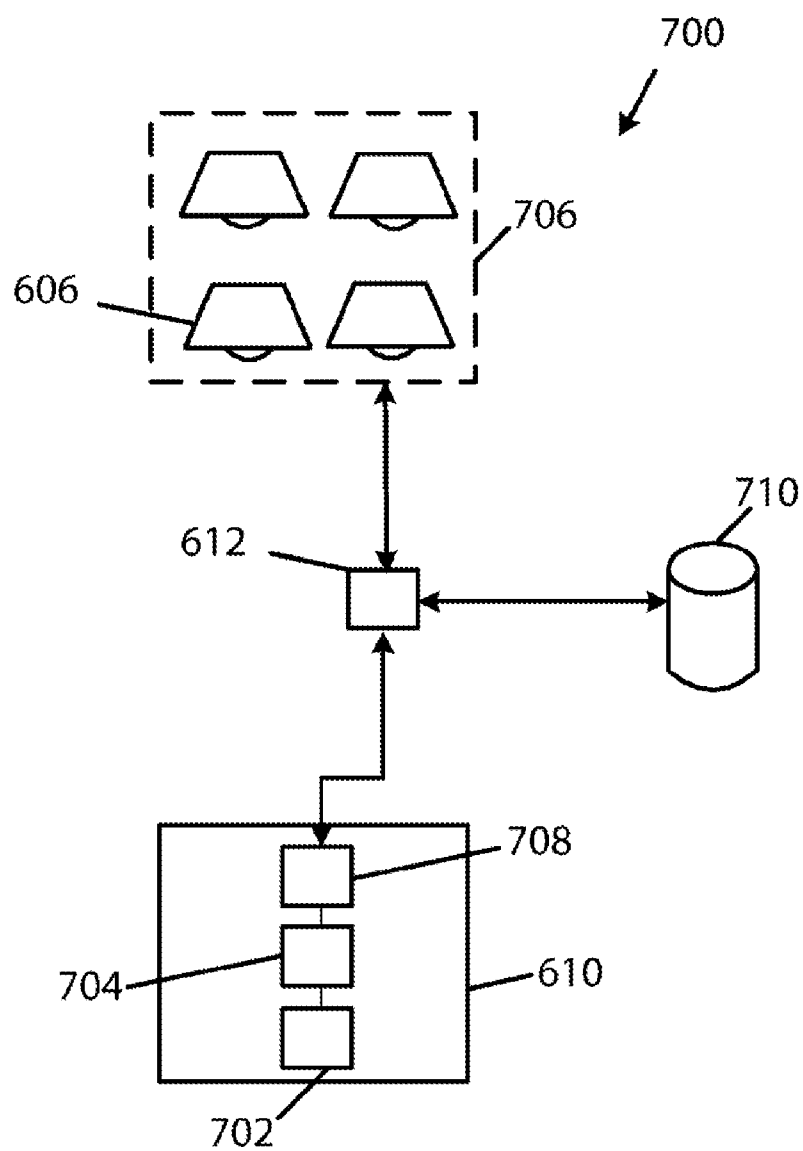


FIG. 7

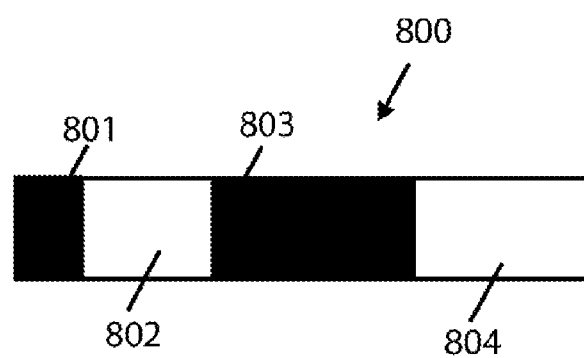


FIG. 8