

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 217**

51 Int. Cl.:

A61F 13/42 (2006.01)
A61F 13/15 (2006.01)
A61F 5/44 (2006.01)
C12N 9/02 (2006.01)
A61L 15/56 (2006.01)
A61L 15/40 (2006.01)
A61L 15/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.10.2015** **PCT/US2015/053400**
87 Fecha y número de publicación internacional: **21.04.2016** **WO16060850**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2015** **E 15851372 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2024** **EP 3206647**

54 Título: **Indicador de humedad quimioluminiscente para productos absorbentes**

30 Prioridad:

16.10.2014 US 201414516255

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
22.10.2024

73 Titular/es:

INTERNATIONAL PAPER COMPANY (100.0%)
6400 Poplar Avenue
Memphis, TN 38197, US

72 Inventor/es:

PETERSEN, BRENT, A. y
PARTHASARATHY, VENKETA R.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 983 217 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

Indicador de humedad quimioluminiscente para productos absorbentes

- 5 Esta patente tiene derecho a prioridad de la solicitud de patente no provisional de EE. UU. n.º 14/516.255 presentada el 6 de octubre de 2014 y titulada INDICADOR DE HUMEDAD QUIMIOLUMINISCENTE PARA PRODUCTOS ABSORBENTES.

Campo técnico

- 10 Esta descripción se refiere a composiciones de pulpa de pelusa tratadas y, en particular, a composiciones de pulpa de pelusa y artículos absorbentes que incorporan composiciones de pulpa de pelusa, que integran un sistema quimioluminiscente configurado para producir luz visible al entrar en contacto con un sistema acuoso, tal como una descarga de fluido.

Antecedentes

- 15 Los productos absorbentes de higiene personal, tales como pañales para bebés, almohadillas para adultos incontinentes y productos de higiene femenina, contienen típicamente un núcleo absorbente de fluidos. Muchos artículos absorbentes incluyen el núcleo absorbente de fluidos dispuesto entre una lámina superior y una lámina posterior. La lámina superior está típicamente formada a partir de un material permeable a fluidos adaptado para fomentar la transferencia de fluido al núcleo absorbente, tal como en una descarga de líquido, normalmente con una retención mínima de fluido en la lámina superior. En el núcleo absorbente se utiliza habitualmente la pulpa de pelusa del pino meridional estadounidense, generalmente en forma de matriz fibrosa, y a veces junto con un polímero superabsorbente (SAP) disperso en la matriz fibrosa. Esta pulpa de pelusa está reconocida en todo el mundo como la fibra preferida para productos absorbentes debido a factores tales como la elevada longitud de la fibra de la pulpa de pelusa, la tosquedad de la fibra y su relativa facilidad de procesamiento desde una lámina de pasta tendida en húmedo y secada para formar una banda tendida en aire. La materia prima de este tipo de pulpa de pelusa celulósica es el pino meridional (p. ej., el pino Loblolly, *Pinus taeda* L.). La materia prima es renovable y la pasta es fácilmente biodegradable. En comparación con el SAP, estas fibras son baratas por unidad de masa, pero suelen ser más caras por unidad de líquido retenido. Estas fibras de pulpa de pelusa absorben principalmente dentro de los intersticios entre las fibras. Por esta razón, una matriz fibrosa libera fácilmente el líquido adquirido al aplicar presión. La tendencia a liberar líquido adquirido puede dar como resultado una humedad significativa de la piel durante el uso de un producto absorbente que incluye un núcleo formado exclusivamente a partir de fibras celulósicas. Dichos productos tienden además a perder el líquido adquirido porque el líquido no se retiene eficazmente en dicho núcleo absorbente fibroso.

- 20 Los SAP son materiales absorbentes hinchables en agua, generalmente insolubles en agua que tienen una alta capacidad absorbente de fluidos. Se usan en artículos absorbentes como pañales para bebés o productos para adultos incontinentes para absorber y contener fluidos corporales. El SAP, tras la absorción de fluidos, se hincha y se convierte en un gel que contiene dichos fluidos en cantidad superior a su peso. Los SAP de uso común se derivan principalmente del ácido acrílico. Los polímeros a base de ácido acrílico también comprenden una parte significativa de la estructura de costes de pañales y almohadillas de incontinencia. Los SAP están diseñados para tener una elevada resistencia del gel (como lo demuestra la alta absorbencia bajo carga o AUL). La elevada resistencia del gel (al hincharse) de las partículas de SAP usadas actualmente ayuda a retener un espacio vacío significativo entre las partículas, lo que es útil para la rápida absorción de fluidos. Sin embargo, este elevado “volumen vacío” da como resultado simultáneamente una cantidad significativa de líquido intersticial (entre partículas) en el producto en el estado saturado. Cuando hay líquido intersticial, el valor de “rehumectación” o la “sensación de humedad” de un producto absorbente se ve comprometido.

- 25 Algunos artículos absorbentes, tales como pañales o almohadillas para adultos incontinentes, también incluyen una capa de adquisición y distribución (ADL) para la recogida y distribución uniforme y oportuna del fluido procedente de una descarga de fluido al núcleo absorbente. Se coloca generalmente una ADL entre la lámina superior y el núcleo absorbente, que normalmente toma la forma de una tela de material compuesto siendo lo más probable que el tercio superior de la tela tenga baja densidad (fibra de denier superior) con huecos relativamente grandes y mayor volumen de vacío para la adquisición eficaz del fluido presentado, incluso a velocidades de descarga relativamente más altas. El tercio central de la tela compuesta de la ADL suele estar hecha de fibras de mayor densidad (bajo denier) con huecos más pequeños, mientras que el tercio inferior del tejido está hecho de fibras incluso de mayor densidad (denier menor y más pequeño) y de huecos aún más pequeños. Las partes de mayor densidad del material compuesto tienen más capilares y más finos y por lo tanto desarrollan una mayor presión capilar, moviendo así mayores volúmenes de fluido a las regiones exteriores de la estructura permitiendo así la canalización y distribución adecuada del fluido de manera uniforme para permitir que el núcleo absorbente absorba todo el líquido de la carga de una manera limitada en el tiempo permitiendo que el SAP dentro del núcleo absorbente se mantenga y gelifique la carga ni demasiado lento ni demasiado rápido. La ADL proporciona una adquisición de líquido más rápida (minimizando la inundación en la zona objetivo) y asegura un transporte más rápido y una distribución completa del fluido en el núcleo absorbente.

Como se ha indicado anteriormente, el núcleo absorbente está adaptado para retener fluido, y como tal puede consistir en una o más capas, tales como capas para adquirir, distribuir y/o almacenar fluido. En muchos casos, se utiliza una matriz de fibras de celulosa, tal como en forma de almohadilla tendida al aire y/o banda no tejida, en (o como) el núcleo absorbente de los artículos absorbentes. En algunos casos, las diferentes capas pueden consistir en uno o más tipos diferentes de fibras de celulosa, tales como fibras de celulosa reticuladas. El núcleo absorbente puede incluir también uno o más agentes de retención de fluido, tales como uno o más SAP, distribuidos por toda la matriz de fibra, normalmente como partículas.

La lámina posterior se forma típicamente a partir de un material impermeable a los fluidos para formar una barrera y evitar que se escape el fluido retenido.

Cualquiera que sea la estructura, cuando el artículo absorbente se moja con una o más descargas de líquido, las posibilidades de que el fluido entre en contacto con la piel aumentan considerablemente y, si no se cambia durante mucho tiempo, puede provocar dermatitis del pañal en los bebés o problemas de dermatitis en los adultos, lo que supone un riesgo para el bienestar de la piel. Sin embargo, en general, la única forma de saber si el pañal o la almohadilla de incontinencia está seca o húmeda es inspeccionarla físicamente. Durante el día, esto puede no suponer un problema significativo porque un cuidador puede comprobar los pañales o productos para adultos incontinentes tantas veces como se desee. Sin embargo, las inspecciones durante la noche pueden suponer una incomodidad tanto para el bebé como para el adulto, perturbando su sueño. Además, las inspecciones frecuentes durante la noche, tales como varias veces en una sola noche, pueden alterar el patrón de sueño del usuario, lo que plantea un peligro para la salud en bebés, así como en el paciente adulto.

Además, es típico que una prenda de vestir, tal como pantalones, pijamas y/o ropa interior, se lleve sobre el pañal o artículo absorbente. En consecuencia, incluso los artículos absorbentes que incorporan distintos tipos de indicadores de humedad y/o de humectación plantean dificultades para descubrir a tiempo una descarga.

Como resultado, suele existir típicamente un lapso de tiempo entre la descarga y su descubrimiento. Si este período de tiempo se prolonga, entonces existe la posibilidad de desarrollar erupción del pañal, irritación de la piel y/o descamación de la piel. Estas afecciones pueden ser muy dolorosas para los afectados. Esto es particularmente cierto en bebés y aquellos adultos en residencias, y es particularmente cierto para el caso de las descargas nocturnas, lo que puede conducir a períodos más largos antes de cambiar el artículo absorbente.

Los indicadores de humedad anteriores incorporados en artículos absorbentes utilizan el cambio de color como indicación visual de la detección de humedad. Las tintas que aparecen o desaparecen, dependiendo del contacto con el líquido son mecanismos populares para la detección de humedad. Se ha usado también la fluorescencia para la detección de la humedad, tal como incorporando un compuesto que emite fluorescencia en presencia de un líquido. Los mecanismos de dichos indicadores generalmente se dividen en tres amplias categorías: (1) imprimir un patrón que indica humedad en una de las pilas del artículo absorbente; (2) tiras o capas de indicación de humedad discretas que se incorporan entre las capas del artículo absorbente; y (3) una tira indicadora discreta (es decir, no forma parte de la construcción del artículo absorbente) que se fija al interior del artículo absorbente inmediatamente antes de su uso.

Cualquiera que sea el mecanismo, estos indicadores visuales son todos deficientes en situaciones de baja luminosidad (p. ej., por la noche). Las tintas de aparición o desaparición deben detectarse directamente de forma visual, de manera que el cuidador pueda ver el producto absorbente. En situaciones de baja luminosidad, esto puede requerir tanto una fuente de luz (p. ej., luz de techo o linterna), así como la retirada de prendas de recubrimiento (p. ej., pijamas o prendas interiores). Los indicadores fluorescentes tienen problemas similares, ya que requieren una fuente de luz externa para excitar el compuesto fluorescente. Dicha excitación se proporciona típicamente exponiendo el indicador a luz UV (que supone problemas de salud para el portador y el cuidador) y debe estar en comunicación óptica directa con el compuesto fluorescente, que luego requiere la retirada de las prendas de recubrimiento, mantas, etc. Por lo tanto, el uso de los indicadores visuales anteriormente utilizados para detectar la humedad en prendas absorbentes adolece de muchas desventajas en situaciones de baja luminosidad, lo que reduce en gran medida la utilidad de sus mecanismos de indicación.

Cada una de estas soluciones para la detección de humedad para artículos absorbentes es deficiente para las necesidades de detección de descargas nocturnas. Principalmente, no todas las tecnologías se activan de manera confiable e, incluso cuando lo hacen, requieren una inspección visual directa e iluminada para detectarlas.

El documento WO 2010/027.556 describe un artículo absorbente que incluye un cuerpo que tiene una superficie para recibir un líquido y un indicador de humedad dispuesto sobre el cuerpo. El indicador de humedad incluye un primer agente que produce fluorescencia cuando se humedece y un segundo agente que produce un cambio de color cuando se humedece. El documento CN103.720.539 proporciona un pañal de alarma inteligente que comprende una tira reactiva de pH y un bolsillo distribuidos fuera del cuerpo del pañal y un dispositivo de alarma electrónico dispuesto en el bolsillo que está conectado con un detector de humectación mediante un dispositivo de conexión desmontable donde el detector de humectación se distribuye dentro del cuerpo del pañal. El documento US-6.066.774 describe un

artículo absorbente, tal como un pañal, con una hebra de fibra óptica. El pañal puede incluir una fuente de luz auxiliar. Un material que proporciona luminiscencia producida biológica o químicamente puede desecharse en el pañal.

Por lo tanto, los artículos absorbentes actuales son inadecuados cuando se alerta a un cuidador sobre las descargas que se producen por la noche y/o en ropa interior.

Resumen

En un aspecto, se proporciona una composición de pulpa de pelusa según las reivindicaciones adjuntas. También se proporcionan métodos para preparar la composición de pulpa de pelusa según las reivindicaciones adjuntas.

En otro aspecto, se proporciona un artículo absorbente según las reivindicaciones adjuntas.

Los artículos absorbentes representativos incluyen pañales desechables y productos para adultos incontinentes.

Descripción de los dibujos

Los aspectos anteriores y muchas de las ventajas concomitantes de esta invención se apreciarán más fácilmente a medida que se entiendan mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada, cuando se considera junto con los dibujos adjuntos, en donde:

Las figuras 1A-1H son estructuras químicas de compuestos de luciferina representativos útiles en sistemas quimioluminiscentes según las realizaciones descritas en la presente memoria;

las figuras 2A y 2B ilustran gráficamente las propiedades espectrales de los sistemas quimioluminiscentes según las realizaciones descritas en la presente memoria;

la figura 3 ilustra gráficamente las propiedades espectrales de las luciferinas representativas según las realizaciones descritas en la presente memoria;

las figuras 4A-4D ilustran un ejemplo representativo no limitativo de un artículo absorbente (en forma de pañal) según las realizaciones descritas en la presente memoria;

las figuras 5-8 representan fotográficamente ejemplos de artículos absorbentes según las realizaciones descritas en la presente memoria; y

las figuras 9A y 9B representan fotográficamente artículos absorbentes comparativos.

Descripción detallada

En la presente memoria se describen composiciones de pulpa de pelusa, artículos absorbentes y métodos relacionados. Las composiciones de pulpa de pelusa y los artículos absorbentes comprenden un sistema quimioluminiscente configurado para producir luz visible al entrar en contacto con un sistema acuoso, en donde el sistema quimioluminiscente comprende una luciferasa que tiene una concentración del 0,1 % al 20 % en peso de la pulpa de pelusa y una luciferina que tiene una concentración del 0,01 % al 2 % en peso de la pulpa de pelusa.

Los artículos absorbentes representativos incluyen pañales desechables y productos para adultos incontinentes. Los sistemas quimioluminiscentes representativos incluyen sistemas bioluminiscentes. En ciertas realizaciones, los artículos absorbentes incorporan las composiciones de pulpa de pelusa.

La quimioluminiscencia es resultado de una reacción química que produce luz y, por lo tanto, proporciona una indicación luminosa de la humedad que se puede ver con baja luminosidad y/o en ausencia de luz, y a través de la ropa. Además, la quimioluminiscencia no requiere luz de excitación externa, como se requiere para los indicadores fotoluminiscentes (p. ej., fluorescencia). En consecuencia, al generar luz visible tras entrar en contacto con un sistema acuoso (p. ej., orina), las realizaciones descritas mejoran en gran medida la capacidad de los artículos absorbentes para indicar la aparición de una descarga en condiciones de oscuridad (p. ej., por la noche). Además, mediante la generación de luz que puede verse a través de la ropa, un cuidador puede determinar la aparición de una descarga sin tener que mover o molestar al bebé o al usuario adulto de dicho artículo absorbente, tal como durante el sueño. Por lo tanto, las composiciones y los artículos proporcionados en la presente memoria pueden proporcionar las ventajas distintivas de la indicación de descarga por la noche y a través de la ropa, lo que puede reducir o incluso eliminar la necesidad de que los cuidadores perturben el sueño (p. ej., bajando la ropa y/o encendiendo la luz) de quien lleve puesto un artículo absorbente con el fin de comprobar si hay una descarga. Además, como la luz visible se produce por los sistemas quimioluminiscentes descritos en la presente memoria, no es necesario exponer el artículo absorbente y/o el portador a la luz UV para determinar si se ha producido una descarga, lo que permite evitar problemas de salud asociados con la radiación UV.

La detección con poca luz de las realizaciones de las composiciones de pulpa de pelusa y los artículos absorbentes descritos se ilustra en la figura 5, que es una fotografía de un artículo absorbente (pañal) con la composición de pulpa de pelusa quimioluminiscente incorporada. En la figura 5, se aplicó un simulacro de descarga (solución salina) y se capturó la imagen que mostraba la quimioluminiscencia brillando a través de la lámina posterior del pañal y la tela de algodón ligera para facilitar la detección visual en condiciones de poca luz. La figura 5 contrasta con la figura comparativa 9B, que es un artículo absorbente similar formado usando pulpa de pelusa fluorescente en lugar de quimioluminiscente. El artículo absorbente comparativo no funciona a través del material del pañal, debido al bloqueo de la excitación a través de una fuente de luz externa. Por lo tanto, la activación del indicador fluorescente de humedad requiere quitarse la ropa, etc. y aplicar una luz de excitación (p. ej., luz UV) para detectar visualmente una descarga. La quimioluminiscencia no requiere quitarse la ropa ni quitar la luz de excitación.

La facilidad mejorada con la que se puede detectar una descarga permite al cuidador comprobar con más frecuencia una descarga, debido a la interrupción reducida requerida. Los controles más frecuentes pueden permitir que una descarga se detecte antes y que el artículo absorbente se cambie poco después de la descarga, reduciendo así la cantidad de tiempo que la descarga está en contacto con la piel del portador, así como reduciendo la posibilidad de que el fluido de múltiples descargas esté en contacto con la piel del portador. La salud de la piel y la comodidad general del portador mejoran cuando se reduce el lapso de tiempo que el fluido está en contacto con la piel.

En un aspecto, se proporciona una composición de pulpa de pelusa según las reivindicaciones adjuntas.

Sistema quimioluminiscente

El sistema quimioluminiscente se configura para producir luz visible al entrar en contacto con un sistema acuoso. El sistema acuoso inicia la reacción de quimioluminiscencia para producir luz. Como se utiliza en la presente memoria, el término “sistema acuoso” se refiere a agua o composiciones que contienen agua. En el contexto de esta descripción, dichas composiciones que contienen agua están generalmente en forma de fluido corporal, tal como orina, menstruación, materia fecal, etc. La aparición de la liberación de fluido corporal (o el propio fluido) se denomina en la presente memoria “descarga” o “descarga líquida” o “descarga de fluido”. En consecuencia, los sistemas quimioluminiscentes de la presente descripción producen luz visible tras la descarga de un artículo absorbente al que se ha incorporado el sistema.

Al configurarse para producir luz visible al entrar en contacto con un sistema acuoso, el sistema quimioluminiscente incluye al menos un compuesto o material que se ilumina cuando se pone en contacto con un sistema acuoso. En una realización, el agua es el componente del sistema acuoso que inicia la quimioluminiscencia.

El sistema quimioluminiscente incluye dos o más materiales que se iluminan cuando se ponen en contacto con un sistema acuoso. En esta realización, hay dos o más materiales que juntos no se iluminan sin la presencia del sistema acuoso. Los sistemas quimioluminiscentes representativos que incluyen dos o más materiales incluyen sistemas bioluminiscentes, tales como un sistema que incluye una luciferina y una luciferasa.

La bioluminiscencia es la luz que se produce por una reacción química que ocurre dentro del cuerpo o en las secreciones de determinados tipos de organismos. La bioluminiscencia implica la combinación de dos tipos de sustancias en una reacción productora de luz. La bioluminiscencia requiere al menos dos sustancias químicas diferentes: una luciferina y una luciferasa. La luciferina es el compuesto que realmente produce la luz. La luciferasa es una enzima que cataliza la reacción. En algunos casos, la luciferina es una proteína conocida como fotoproteína, y el proceso de producción de luz requiere un ion cargado (p. ej., un catión tal como calcio) para activar la reacción. La fotoproteína es una variante de luciferasa en la que los factores requeridos para la emisión de luz (incluidas luciferina y oxígeno) se unen entre sí como una unidad. A menudo, el proceso de bioluminiscencia requiere la presencia de una sustancia tal como oxígeno o adenosina trifosfato (ATP) para iniciar la reacción de oxidación. La velocidad de reacción para la luciferina es controlada por la luciferasa o la fotoproteína. La reacción de luciferina-luciferasa también puede crear subproductos tales como oxiluciferina inactiva y agua.

Luciferina y luciferasa son nombres genéricos en lugar de materiales específicos. Por ejemplo, la luciferina coelenterazina (forma natural) es común en la bioluminiscencia marina, pero las variantes pueden sintetizarse químicamente, y estas diversas formas se denominan colectivamente luciferinas. En otro ejemplo, los dinoflagelados (plánctones marinos) que obtienen alimentos a través de la fotosíntesis utilizan una luciferina que se asemeja a la estructura de la clorofila.

El mecanismo de producción de luz a través de una reacción química diferencia la bioluminiscencia de otro fenómeno óptico, tal como fluorescencia o fosforescencia.

Por ejemplo, las moléculas fluorescentes no emiten su propia luz. Necesitan una fuente de fotones externa para excitar los electrones a un estado de mayor energía. En la relajación del estado de alta energía a su estado básico, liberan su energía adquirida como fuente de luz, pero normalmente a una longitud de onda más larga. Dado que la excitación y relajación se producen simultáneamente, la luz fluorescente se observa solo cuando se ilumina (excita).

El término fosforescencia se refiere técnicamente a un caso especial de emisión de luz ópticamente excitada donde la relajación del estado excitado al estado básico, a diferencia de la fluorescencia, no es inmediata, y la emisión de fotones persiste durante segundos a minutos después de la excitación original.

La distinción técnica entre bioluminiscencia y fluorescencia a veces resulta confusa en un contexto práctico pero técnicamente, son dos fenómenos distintos. En la mayoría de los casos, un organismo bioluminiscente puede ser autofluorescente pero lo contrario no es cierto para un organismo fluorescente; este último requiere aún un fotón para la excitación para emitir luz. En algunos casos, los cnidarios o crustáceos o peces bioluminiscentes pueden contener una proteína fluorescente como proteína fluorescente verde (GFP) y la luz emitida por el organismo bioluminiscente actuaría como fotones para excitar la GFP. La GFP a su vez bajo estado relajado emitiría una luz de diferente longitud de onda (más probablemente de mayor longitud de onda) que la longitud de onda de la luz bioluminiscente que ha recibido como fotón. En este ejemplo, la GFP puede ser excitada por una luz azul emitida por la bioluminiscencia (longitud de onda de 470 nm) pero a su vez emitiría una luz verde bajo su estado relajado (longitud de onda de 510 nm a 520 nm).

Pueden incorporarse sistemas bioluminiscentes en las composiciones de pulpa de pelusa o artículos absorbentes de cualquier manera que produzca la quimioluminiscencia deseada.

En una realización, la composición de pulpa de pelusa o producto absorbente comprende una luciferina seleccionada entre el grupo que consiste en coelenterazina, luciferina de dinoflagelado, luciferina bacteriana, luciferina fúngica, luciferina de luciérnaga y vargulina. Con respecto a la coelenterazina, hay muchas variantes, cualquiera de las cuales puede usarse en la composición de pulpa de pelusa. Determinadas realizaciones de coelenterazina consistentes con esta descripción comprenden una o más de coelenterazina natural, metil-coelenterazina, coelenterazina 400a (2-2'(4-deshidroxi)) coelenterazina, coelenterazina e, coelenterazina f, coelenterazina h, coelenterazina i, coelenterazina n, coelenterazina cp, coelenterazina ip, coelenterazina fcp y coelenterazina hcp. Como ejemplo adicional, la coelenterazina puede ser una o más de coelenterazina natural, coelenterazina 400a, metil coelenterazina, coelenterazina f, coelenterazina cp, coelenterazina fcp y coelenterazina hep. Como otro ejemplo más, la coelenterazina puede ser una o más de coelenterazina 400a, metil coelenterazina y coelenterazina fcp. Como otro ejemplo más, la coelenterazina puede ser una o más de coelenterazina 400a, metil coelenterazina y coelenterazina hep. En otro ejemplo más, la coelenterazina puede ser uno o más de coelenterazina 400a y coelenterazina hep.

La luciferina tiene una concentración de 0,01 % a 2 %, en peso de la pulpa de pelusa. La luciferina puede tener una concentración de 0,05 % a 1,5 %, en peso de la pulpa de pelusa. La luciferina puede tener una concentración de 0,1 % a 1 %, en peso de la pulpa de pelusa.

En una realización, la composición de pulpa de pelusa o producto absorbente comprende luciferasa seleccionada entre el grupo que consiste en luciferasa de *Gaussia* (GLuc), luciferasa de *Renilla* (RLuc), luciferasa de dinoflagelado, luciferasa de luciérnaga, luciferasa fúngica, luciferasa bacteriana y luciferasa de vargula. Determinadas realizaciones de la luciferasa consistentes con esta descripción comprenden una o más de luciferasa de *Gaussia*, luciferasa de *Renilla*, luciferasa de dinoflagelado y luciferasa de luciérnaga. Como un ejemplo más, la luciferasa puede ser uno o más de luciferasa de *Gaussia*, luciferasa de *Renilla*, luciferasa de dinoflagelado y luciferasa de luciérnaga. En otro ejemplo adicional, la luciferasa puede ser uno o más de luciferasa de *Gaussia* y luciferasa de *Renilla*.

En una realización, la luciferasa tiene una concentración de 0,1 % a 20 %, en peso de la pulpa de pelusa. La luciferasa puede tener una concentración del 0,5 % al 15 % en peso de la pulpa de pelusa. La luciferasa puede tener una concentración del 1 % al 10 % en peso de la pulpa de pelusa.

En una realización, el sistema quimioluminiscente comprende coelenterazina como luciferina y luciferasa de *Gaussia* o *Renilla*.

Las luciferinas representativas incluyen las de la familia de la coelenterazina. La coelenterazina en su forma natural así como sus análogos tienen diferentes características luminiscentes debido a la variación en sus restos estructurales. Dadas las variaciones estructurales dentro de la familia de las coelenterazina, algunas son buenos sustratos para luciferasa, mientras que algunas no lo son. A continuación se muestra una breve descripción de coelenterazina natural y los análogos representativos.

La coelenterazina (forma natural), ilustrada en la figura 1A, es un sustrato enzimático luminiscente para la luciferasa de *Renilla*. La coelenterazina/luciferasa de *Renilla* se ha usado también como donante de bioluminiscencia en estudios de transferencia de energía por resonancia de bioluminiscencia (BRET).

La coelenterazina 400a, ilustrada en la figura 1B, es un derivado de coelenterazina y es un buen sustrato para la luciferasa de *Renilla* (*reniformis*) (RLuc), pero no se oxida bien con la luciferasa de *Gaussia* (GLuc). Es el sustrato preferido para BRET (transferencia de energía por resonancia de bioluminiscencia) porque su máximo de emisión de 400 nm tiene una interferencia mínima con la emisión de GFP.

La transferencia de energía por resonancia fluorescente (FRET), la BRET, la transferencia de energía por resonancia (RET) y la transferencia electrónica de energía (EET) son mecanismos que describen la transferencia de energía entre dos moléculas sensibles a la luz (cromóforos) y, por lo general, definen la interferencia de una sustancia química luminiscente con la transferencia de energía de otra sustancia química luminiscente, lo que reduce el estado energético al que puede llevar esta última, que es fundamental en términos de energía de relajación liberada al estado fundamental. Un cromóforo donante, inicialmente en su estado excitado electrónico, puede transferir energía a un cromóforo aceptor a través de acoplamiento dipolo-dipolo no radiactivo. La eficiencia de esta transferencia de energía es inversamente proporcional a la sexta potencia de la distancia entre el donante y el aceptor, haciendo que la FRET sea extremadamente sensible a pequeños cambios en la distancia. Las mediciones de eficiencia de la FRET se pueden usar para determinar si dos fluoróforos están a una cierta distancia entre sí. Dichas mediciones se usan como una herramienta de investigación en campos que incluyen la biología y la química.

Por ejemplo, la BRET en presencia de Luciferasa de *reniformis* (RLuc) por coelenterazina 400a se compara con la coelenterazina (forma natural) y muestra claramente una interferencia mínima con la emisión de GFP, como se ilustra en las figuras 2A y 2B, en las que “hRLuc” es Luciferasa de *Renilla* y un sistema de bioluminiscencia de coelenterazina h; “FluorC” es luciferasa de *Renilla* con un sistema de coelenterazina natural; “luciferon” es un sistema de luciferasa y luciferina con GFP2 como aceptor de fotones que emite fluorescencia como resultado de la emisión de la bioluminiscencia del hRLuc; y “GFP2” es proteína fluorescente verde (segunda generación).

La coelenterazina cp, ilustrada en la figura 1C, en un complejo de coelenterazina-aecucorina genera una intensidad de luminiscencia 15 veces mayor que la coelenterazina (forma natural).

La coelenterazina f, ilustrada en la figura 1D, tiene 20 veces mayor intensidad de luminiscencia (complejo coelenterazina-aecucorina) que la forma natural coelenterazina, mientras que su máximo de emisión es de aproximadamente 8 nm más largo que el de la forma natural.

La coelenterazina fcp, ilustrada en la figura 1E, es un análogo en donde la estructura de o-benceno en el resto de elenterazina de la estructura de coelenterazina f se reemplaza con un pentano cíclico (similar a coelenterazina cp). La coelenterazina fcp tiene una intensidad de luminiscencia 135 veces mayor que la de coelenterazina (forma natural).

Los complejos de coelenterazina fcp con aecucorina para formar un complejo de coelenterazina fcp-apoacucorina y, como sustrato para aecucorina, tiene una intensidad de luminiscencia relativa de 135 veces la de coelenterazina de forma natural. Sin embargo, la coelenterazina fcp es un sustrato deficiente para la Luciferasa de *Renilla*.

Otros análogos representativos de la coelenterazina, como sustrato de la enzima Luciferasa de *Renilla*, son la coelenterazina e, h y n, ilustradas en las figuras 1F, 1G y 1H, respectivamente. Si bien estos tres análogos son sustratos buenos o excelentes para la Luciferasa de *Renilla*, son sustratos deficientes para la apoacucorina.

Las propiedades luminiscentes de los análogos de coelenterazina varían. Por ejemplo, ciertos análogos emiten menos luz (medida como lúmenes) pero con mayor intensidad luminiscente (lúmenes/estereorradianes). La Tabla 1 enumera las propiedades luminiscentes de la coelenterazina (forma natural) y sus análogos con la Luciferasa de *Renilla*. La intensidad luminiscente se informa como un % de intensidad inicial. Por ejemplo, un análogo que tiene una intensidad inicial del 900 % es 20 veces intenso en comparación con la coelenterazina natural con una intensidad inicial de 45 %.

Tabla 1: Propiedades luminiscentes de los análogos de coelenterazina seleccionados con la luciferasa de *Renilla*

Análogo	$\lambda_{em}(nm)$	Luz Total (%)	Intensidad inicial (%)
natural	475	100	45
cp	470	23	135
e	418-475	137	900
f	473	28	45
h	475	41	135
n	475	47	900

Los espectros de emisión (normalizados) de la coelenterazina e (con una intensidad luminiscente 20 veces mayor que la de la coelenterazina natural) y la coelenterazina natural se ilustran en la figura 3. En la figura 3, la coelenterazina e (línea continua) y la coelenterazina natural (línea de puntos) se miden en presencia de luciferasa de *Renilla* recombinante (RLuc). Debe tenerse en cuenta que hay dos picos de intensidad para la coelenterazina e, uno a una longitud de onda (λ_{em}) de 418 nm y el otro a 475.

La luz visible se produce por el sistema quimioluminiscente. La luz visible es detectable visualmente por un cuidador en la oscuridad y a través de la ropa, y como tal la luz visible tiene una longitud de onda, intensidad y duración

suficientes para proporcionar la indicación necesaria. Estas características espectrales del sistema quimioluminiscente se pueden adaptar basándose en el compuesto o compuestos quimioluminiscentes. Por ejemplo, en sistemas bioluminiscentes, la luciferina y luciferasa pueden seleccionarse para producir las características de luz deseadas. Dependiendo del sistema bioluminiscente utilizado, pueden producirse diferentes características espectrales. En presencia de aniones superóxido y/o compuestos de peroxinitrilo, la coelenterazina también puede emitir luz independiente de la oxidación de enzimas (luciferasa), un proceso conocido como autoluminiscencia.

El sistema quimioluminiscente se puede adaptar para producir colores particulares de luz visible. Como se ha indicado anteriormente en la Tabla 1, incluso dentro de la familia de la coelenterazina, la longitud de onda de emisión puede variar de aproximadamente 400 nm (violeta) a aproximadamente 475 nm (azul con tinte verde).

Con respecto a la duración, la duración de la luz emitida puede controlarse mediante la selección de la coelenterazina (luciferina), en forma natural frente a sus análogos, y la enzima (luciferasa), por ejemplo *Gaussia* frente a *Renilla*. La relación y la concentración de luciferina y luciferasa utilizadas pueden modificar también la duración de la emisión de luz. Para dar un ejemplo ilustrativo y no limitativo, el análogo de luciferina, coelenterazina e, tiene una luz total del 130 % y la intensidad inicial del 900 % (ver la figura 3) sobre coelenterazina natural. Seleccionando con criterio la concentración de coelenterazina e y Luciferasa de *Renilla*, la duración de la luz visible emitida puede durar como máximo de 8 a 10 horas.

En una realización, la luz visible tiene una duración de 0,5 a 6 horas. En otra realización, la luz visible tiene una duración de 1 a 4 horas. En otra realización, la luz visible tiene una duración de 2 a 3 horas.

Con respecto a la intensidad, la eficiencia cuántica de la quimioluminiscencia contribuye a la intensidad, la profundidad y el tono del color de la emisión.

La eficacia cuántica (QE) es la fracción del flujo de fotones usada para excitar un producto químico de luminiscencia para elevar la misma hasta un estado de mayor energía. La eficiencia cuántica es uno de los parámetros más importantes utilizados para evaluar la calidad de un detector y a menudo se denomina “respuesta espectral” para reflejar su dependencia de la longitud de onda. Se define como el número de señales de electrones creadas por un fotón incidente. En algunos casos, puede exceder el 100 % (es decir, cuando se crea más de un electrón por fotón incidente). Si la respuesta espectral supera el 100 %, entonces la intensidad y profundidad del color emitido es viva, pero dependiendo del estado de excitación del electrón primario, se determinará la duración de la emisión (es decir, cuanto mayor sea el estado de excitación, más tiempo tardará en volver al estado básico (normal)).

La respuesta espectral es una medición similar, pero tiene unidades diferentes; siendo la métrica los amperios o vatios (es decir, cuánta corriente sale del dispositivo por fotón entrante de una energía y longitud de onda dada).

Tanto la eficiencia cuántica como la respuesta espectral son funciones de la longitud de onda de los fotones. Por ejemplo, en el caso de la coelenterazina de luciferina, entre la forma natural y uno de sus análogos, coelenterazina e, este último no solo tiene una alta intensidad de luz, sino que emite 30 % más de energía luminosa que el primero, porque este último tras la excitación por una quanta dada (hv) de fotón incidente genera dos electrones y el electrón primario en la longitud de onda 475 tiene la misma intensidad de emisión que la coelenterazina natural pero con intensidad de lúmenes 20 veces mayor que la del producto natural. En consecuencia, la luz emitida por el análogo de coelenterazina excitado sería veinte veces más brillante que la forma natural, pero con una energía de luz total de 130 % durará más que la forma natural.

La longitud de onda determina el color de la luz visible emitida.

La composición de pulpa de pelusa incluye una luciferina y una luciferasa. Dicha pulpa de pelusa tiene ambos elementos del sistema quimioluminiscente requerido para iluminarse al entrar en contacto con un sistema acuoso. Sin embargo, en otra realización, la composición de pulpa de pelusa incluye al menos un componente seleccionado entre una luciferina y una luciferasa. En dicha realización, la composición de pulpa de pelusa puede incluir solo una de una luciferina y una luciferasa. Dicha composición de pulpa de pelusa puede incorporarse en un artículo absorbente de manera que la otra de la luciferina y la luciferasa pueden disponerse en una lámina superior u otra capa del artículo absorbente, de manera que los dos componentes se combinen solo cuando se transportan por una descarga de líquido (p. ej., agua de un sistema acuoso que pasa a través de la lámina superior en la composición de pulpa de pelusa). En una realización, la composición de pulpa de pelusa comprende una luciferina pero no una luciferasa. En una realización, la composición de pulpa de pelusa comprende una luciferasa pero no una luciferina.

Compuesto fotoluminiscente

En una realización, el sistema quimioluminiscente incluye un compuesto fotoluminiscente (p. ej., fluorescente y/o fosforescente) que tiene un intervalo de longitud de onda de absorción fotoluminiscente que se superpone con un intervalo de longitud de onda de emisión quimioluminiscente del sistema quimioluminiscente, en donde el compuesto fotoluminiscente tiene un intervalo de longitud de onda de emisión fotoluminiscente que es diferente del intervalo de longitud de onda de emisión quimioluminiscente. El compuesto fotoluminiscente se puede usar para “desplazar” la

longitud de onda de emisión del sistema quimioluminiscente. Por ejemplo, la fotoluminiscencia se puede usar para cambiar o adaptar de otro modo el color (u otra calidad espectral) de la luz visible.

Si bien el sistema quimioluminiscente produce luz visible, la quimioluminiscencia en sí misma no necesita estar necesariamente en el espectro visible. La quimioluminiscencia produce radiación electromagnética en algún intervalo de longitud de onda, pero las realizaciones descritas no se limitan a la emisión quimioluminiscente en el intervalo visible. Por consiguiente, en ciertos casos, el sistema quimioluminiscente puede producir una emisión quimioluminiscente que no está en el intervalo de longitud de onda visible. En tales realizaciones, se puede usar un compuesto fotoluminiscente para desplazar el espectro de emisión al intervalo visible.

En una realización, el compuesto fotoluminiscente se selecciona del grupo que consiste en un compuesto fluorescente y un compuesto fosforescente. Los compuestos fluorescentes pueden incluir, pero no se limitan a, derivados de xanteno tales como fluoresceína, rodamina, verde de Oregón, eosina y rojo de Texas; derivados de cianina tal como indocarbocianina; derivados de nafteno; derivados cumarínicos; derivados de oxadiazol tal como piridiloxazol; derivados de antraceno tal como antraquinona; derivados de pireno tal como el azul Cascade; derivados de acridina tal como proflavina, acridina naranja y acridina amarilla; derivados de arilmetino tal como auramina, violeta cristal y verde malaquita; derivados de tetrapirrol tal como porfina; bilirrubina; compuestos fosforescentes tal como sulfuro de zinc activado con plata y aluminato de estroncio dopado; y así sucesivamente.

En una realización, el compuesto fotoluminiscente está presente en una cantidad del 0,01 % al 2,0 %, en peso de la pulpa de pelusa. En una realización, el compuesto fotoluminiscente está presente en una cantidad del 0,05 % al 1,5 %, en peso de la pulpa de pelusa. En una realización, el compuesto fotoluminiscente está presente en una cantidad del 0,1 % al 1,0 %, en peso de la pulpa de pelusa.

El compuesto fotoluminiscente se puede disponer en la pulpa de pelusa o, si se incorpora a un artículo absorbente, en una capa adyacente (p. ej., la lámina superior). Es importante que el compuesto fotoluminiscente esté en comunicación óptica (en longitudes de onda de emisión y excitación) con la quimioluminiscencia. Por lo tanto, el compuesto fotoluminiscente puede disponerse incluso sobre una lámina posterior de un artículo absorbente.

Tampón de pH

En una realización, un tampón de pH se añade a la composición de pulpa de pelusa. El tampón de pH se puede configurar para modificar las propiedades espectrales, tal como la intensidad del sistema quimioluminiscente. Por ejemplo, el control del pH se puede usar para mejorar la eficacia de la quimioluminiscencia. Las mejoras ejemplares de la eficacia de la quimioluminiscencia incluyen extender o modificar de otro modo la duración de la emisión para proporcionar al cuidador la cantidad de tiempo deseada para detectar una descarga. Por consiguiente, en una realización, el tampón de pH está configurado para aumentar la eficiencia de la luz visible del sistema quimioluminiscente al entrar en contacto con el sistema acuoso.

En una realización, el tampón de pH se selecciona del grupo que consiste en bicarbonato de sodio, acetato de sodio, citrato de sodio, lactato de sodio, citrato de lactato de sodio, borato de sodio, acetato de calcio, citrato de calcio, bromuro de calcio, gluconato de calcio, lactato de calcio, malato de lactato de calcio, carbonato de calcio, bicarbonato de calcio y dihidrogenofosfato de potasio. Las sales de calcio son particularmente eficaces para aumentar la eficacia de la reacción de quimioluminiscencia.

En una realización, la composición de pulpa de pelusa comprende un tampón de pH configurado para proporcionar una regulación del sistema acuoso entre un pH de 4,0 a 8,5. En una realización, la composición de pulpa de pelusa comprende un tampón de pH configurado para proporcionar una regulación del sistema acuoso entre un pH de 5,0 a 7,5. En una realización, la composición de pulpa de pelusa comprende un tampón de pH configurado para proporcionar una regulación del sistema acuoso entre un pH de 5,5 a 6,5.

El tampón de pH se puede disponer en la pulpa de pelusa o, si se incorpora a un artículo absorbente, en una capa adyacente (p. ej., la lámina superior). Es importante que el tampón de pH entre en contacto con el sistema quimioluminiscente tras la descarga. Por lo tanto, si el tampón de pH no está en la pulpa de pelusa, se dispone en el artículo absorbente de manera que entre en contacto con el sistema quimioluminiscente (p. ej., en la pulpa de pelusa) en caso de descarga.

Pulpa de pelusa

La pulpa de pelusa de la composición de pulpa de pelusa puede formarse a partir de cualquier pulpa. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de una fibra lignocelulósica. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de una fibra lignocelulósica derivada de madera. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de una fibra lignocelulósica derivada de madera por medios químicos, mecánicos, quimiomecánicos o termomecánicos. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de una fibra celulósica derivada de madera mediante procesamiento de la pasta de madera por medios químicos. En una realización, la pasta de celulosa se deriva de una fibra celulósica derivada del procesamiento de pasta de madera por medios químicos, ya sea mediante procesamiento de pasta de

madera con alcohol, procesamiento de pasta de madera con disolventes orgánicos, procesamiento de pasta de madera con sulfito ácido, procesamiento de pasta de madera con sulfito alcalino, procesamiento de pasta de madera con sulfito neutro, procesamiento de pasta de madera con peróxido alcalino, procesamiento de pasta de madera Kraft, procesamiento de pasta de madera Kraft-AQ, procesamiento de pasta de madera con polisulfuro o procesamiento de pasta de madera con polisulfuro-AQ. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de una fibra celulósica derivada del procesamiento de pasta de madera por medios químicos mediante la eliminación adicional de la lignina de la dicha pulpa, ya sea procesamiento de pasta de madera con alcohol, procesamiento de pasta de madera con disolventes orgánicos, procesamiento de pasta de madera con sulfito ácido, procesamiento de pasta de madera con sulfito alcalino, procesamiento de pasta de madera con sulfito neutro, procesamiento de pasta de madera con peróxido alcalino, procesamiento de pasta de madera Kraft, procesamiento de pasta de madera Kraft-AQ, procesamiento de pasta de madera con polisulfuro o procesamiento de pasta de madera con polisulfuro-AQ para la preparación de artículos absorbentes (pulpa de pelusa). En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de una pulpa de pelusa celulósica derivada del procesamiento de pasta de madera Kraft. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de una pulpa de pelusa celulósica blanqueada derivada del procesamiento de pasta de madera Kraft. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de una pulpa de pelusa celulósica blanqueada derivada del procesamiento de pasta de madera Kraft de maderas blandas. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de una pulpa de pelusa celulósica blanqueada derivada del procesamiento de pasta de madera Kraft de maderas blandas meridionales. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de una pulpa de pelusa celulósica blanqueada derivada del procesamiento de pasta de madera Kraft de pino meridional. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de un madera blanda meridional. En una realización, la pulpa de pelusa se deriva de pino meridional.

La composición de pulpa de pelusa puede producirse a partir de cualquier forma, tal como una lámina tendida en húmedo que se seca para lograr un contenido de humedad que varía del 6 % al 11 %.

En otro aspecto, se proporcionan métodos para preparar la composición de pulpa de pelusa según las reivindicaciones adjuntas. La composición de pulpa de pelusa se prepara incorporando el sistema quimioluminiscente en la pulpa de pelusa. Esto se puede lograr usando diversos métodos que permitan tratar la pulpa de pelusa con uno o más componentes del sistema quimioluminiscente. Un desafío en el tratamiento químico de la pulpa de pelusa es mantener los productos químicos en un estado en el que la reacción quimioluminiscente prevista no se desencadena prematuramente, por ejemplo, antes de que la pulpa de pelusa tratada se incorpore a un artículo absorbente que luego se somete a una descarga de líquido. Para una aplicación final húmeda, los productos químicos típicamente no pueden mezclarse con agua y aplicarse juntos. Por consiguiente, en un ejemplo ilustrativo, la luciferasa o la luciferina pueden microencapsularse e introducirse durante el proceso de tendido en húmedo, con el componente no encapsulado aplicado a la lámina en un entorno no acuoso mediante métodos convencionales tales como recubrimiento, inmersión, pulverización o impresión (o combinación de los mismos), antes de la operación de tendido al aire durante la fabricación de artículos absorbentes. En otro ejemplo ilustrativo, un sistema de dos láminas, una que contiene luciferasa y la otra que contiene luciferina, puede fabricarse y procesarse adicionalmente antes de la operación de tendido al aire durante la fabricación del artículo absorbente. En otros ejemplos más, uno de los productos químicos puede añadirse durante el proceso de deposición en húmedo y el otro durante el procesamiento posterior de la pulpa; o los dos componentes pueden añadirse a la pulpa durante o antes del proceso de tendido al aire, tal como enjuagando y/o pulverizando la pulpa en forma de pelusa con soluciones no acuosas de los componentes respectivos.

La formación de una composición de pulpa de pelusa según las realizaciones descritas se describe en detalle en los ejemplos.

Artículos absorbentes

En una realización, la composición de pulpa de pelusa se puede incorporar en artículos absorbentes. Los artículos absorbentes representativos incluyen pañales para niños, pañales para adultos, productos para adultos incontinentes, productos de higiene femenina, empapadores absorbentes y artículos de apósito para el cuidado de heridas. Por ejemplo, la composición de pulpa de pelusa puede incorporarse a una o más capas o porciones absorbentes de un artículo absorbente.

En otro aspecto, se proporciona un artículo absorbente según las reivindicaciones adjuntas.

Un artículo absorbente representativo se ilustra en la figura 4A como un pañal 100. Sin embargo, la siguiente descripción es igualmente aplicable a todos los tipos de artículos absorbentes. Haciendo referencia ahora a la figura 4B, el pañal 100 se ilustra en forma aplanada. El pañal 100 incluye una región absorbente de volumen 110 y una región objetivo 120 en las que se espera una descarga

La figura 4C ilustra una sección transversal 200 a través de la región objetivo 120. En la sección transversal 200, el pañal 100 incluye una lámina superior 210 que es permeable a los líquidos, una lámina posterior 230 que es impermeable a los líquidos y una capa de adquisición y distribución (AOL) 220. La AOL 220 se forma a partir de o incorpora pulpa de pelusa. El sistema quimioluminiscente se incorpora en una o más de la lámina superior 210, la AOL 220 y la lámina posterior 230, de manera que la quimioluminiscencia se produce cuando la región objetivo 120 del pañal 100 recibe una descarga.

La figura 40 ilustra una sección transversal 200' del pañal 100 similar a la mostrada en la figura 4C, pero con la adición de un núcleo absorbente 240 (p. ej., formado a partir de una matriz fibrosa con polímeros superabsorbentes incorporados). Una vez más, el sistema quimioluminiscente se incorpora en una o más de las capas, la lámina superior 210, la AOL 220, el núcleo absorbente 240 y la lámina posterior 230. El núcleo absorbente 240 puede incluir el sistema quimioluminiscente o componentes del mismo.

El sistema quimioluminiscente del artículo absorbente es como se describe en la presente memoria. Sin embargo, es evidente que no es necesario disponer el sistema quimioluminiscente, en su totalidad o en parte, dentro de la pulpa de pelusa.

El sistema quimioluminiscente comprende una luciferina y una luciferasa.

En una realización, la luciferina y la luciferasa están dispuestas dentro de la pulpa de pelusa. En otra realización, una de la luciferina y la luciferasa se dispone dentro de la pulpa de pelusa y la otra se dispone en una capa diferente (p. ej., lámina superior o AOL) del producto absorbente de manera que los dos componentes se combinan solo cuando es transportado por una descarga de líquido (p. ej., que pasa a través de la lámina superior o AOL en la composición de pulpa de pelusa). En una realización, la pulpa de pelusa comprende una luciferina pero no una luciferasa. En una realización, la pulpa de pelusa comprende una luciferasa pero no una luciferina.

En otra realización más, el sistema quimioluminiscente se dispone sobre (por ejemplo, impreso sobre) la superficie interior de la lámina posterior.

En una realización, una de la luciferina y la luciferasa se disponen dentro de la pulpa de pelusa y la otra se asocia con la lámina superior, y se configura para viajar en la pulpa de pelusa tras la exposición a una descarga de líquido.

En una realización, el artículo absorbente comprende además un tampón de pH, como se describe en la presente memoria. En una realización, el tampón de pH se dispone dentro de la pulpa de pelusa.

En una realización, el artículo absorbente comprende además un compuesto fotoluminiscente, como se describe en la presente memoria. En una realización, el compuesto fotoluminiscente se dispone dentro de la pulpa de pelusa.

En una realización, el artículo absorbente comprende además un compuesto fotoluminiscente y un tampón de pH, como se describe en la presente memoria. En una realización, el compuesto fotoluminiscente y el tampón de pH están dispuestos dentro de la pulpa de pelusa.

En una realización, el tampón de pH, el compuesto fotoluminiscente, la luciferina y la luciferasa están dispuestos dentro de la pulpa de pelusa.

En una realización, al menos uno del tampón de pH, el compuesto fotoluminiscente, la luciferina y la luciferasa están dispuestos dentro de la pulpa de pelusa.

En una realización, el artículo absorbente incluye además un polímero superabsorbente (SAP), tal como el incorporado en el núcleo absorbente. En dicha realización, al menos un componente del sistema quimioluminiscente puede disponerse en el SAP, de manera que se genera la quimioluminiscencia sobre el fluido a partir de una descarga que se desplaza al núcleo absorbente.

En una realización, el sistema quimioluminiscente está contenido completamente dentro de un núcleo absorbente del artículo absorbente. Como el núcleo absorbente es casi siempre un sistema multicomponente, existe más de una solución para incorporar el sistema quimioluminiscente en el núcleo absorbente. Por ejemplo, las fibras de pulpa de pelusa podrían ser el portador del sistema quimioluminiscente. Alternativamente, el sistema quimioluminiscente podría estar contenido dentro de las partículas superabsorbentes incorporadas en el artículo absorbente.

Además, si solo una parte de las partículas o fibras de SAP contuviera la química del sistema quimioluminiscente, se puede lograr un diseño deseado, tal como un diseño estéticamente agradable.

El sistema quimioluminiscente puede añadirse a las fibras de pulpa de pelusa en el momento de la fabricación o durante un proceso aguas arriba separado completamente del conjunto de producto final. Como se ha indicado anteriormente, por ejemplo, el sistema quimioluminiscente puede pulverizarse sobre o incorporarse de otra manera en una lámina de pulpa de pelusa antes de la molienda con martillo.

En otro aspecto no reivindicado, se proporcionan también métodos para fabricar artículos absorbentes.

Los artículos absorbentes se fabrican según técnicas generales conocidas por los expertos en la técnica que permiten incorporar el sistema quimioluminiscente en el artículo absorbente de la manera descrita en la presente memoria.

Se pretende que los siguientes ejemplos sean ilustrativos, no limitantes.

Los ejemplos comparativos en los párrafos siguientes proporcionan una descripción de las maneras ilustrativas en las que se fabrican y prueban las composiciones de pulpa de pelusa que tienen un sistema quimioluminiscente incorporado. También se describen las pruebas comparativas con indicadores de humedad solo fluorescentes. Los resultados ilustran los beneficios del sistema quimioluminiscente para detectar la humedad en la oscuridad. La quimioluminiscencia se puede ver a través del artículo absorbente en el que se incorpora, así como a través de la ropa. El sistema comparativo solo fluorescente requiere una fuente de luz de excitación adicional y no proporcionará una indicación a través de la ropa.

Volviendo ahora a las muestras ilustrativas, se esponjó una fibra de pulpa de madera blanda sureña, por ejemplo, la PW 416 disponible en Weyerhaeuser (Federal Way, WA) en forma de lámina. Se midió que la densidad aparente promedio de la pulpa era de 0,522 g/cc.

A 1000 ml de metanol (reactivo de laboratorio, pureza $\geq 99,6\%$, CAS 179957), se añadieron de 0,1 g a 1 g de ácido L-ascórbico (reactivo ACS $\geq 99,0\%$ de pureza, CAS 255564) con una agitación de moderada a vigorosa hasta obtener una solución sobrenadante. La solución sobrenadante se decantó de la sal de ácido ascórbico no disuelta y se obtuvo una solución transparente de ácido ascórbico en alcohol. La solución se dividió en lotes de 100 cc y se usó para diferentes tratamientos. A la solución de ácido ascórbico en metanol, se añadieron entre 5 mg y 20 mg de coelenterazina (93 % de pureza) y se agitó hasta completar la disolución.

La fibra esponjosa (en porciones de aproximadamente 1000 g) se enjuagó en la solución de coelenterazina, se exprimió de la solución y se secó al vacío para recuperar el alcohol. Se aplicó a la pulpa de pelusa seca la luciferasa de *Renilla*, la luciferasa de *Gaussia* o una mezcla 50:50 de proteínas de luciferasa de *Renilla* y *Gaussia* (con una pureza del 15 al 20 % para la luciferasa). La relación entre luciferasa y luciferina se estableció como de 10 mg a 20 mg de luciferasa por 1 mg de luciferina. Se siguió un procedimiento similar para el agente fluorescente, por ejemplo, la proteína fluorescente verde (GFP), ya sea como tratamiento independiente o en combinación con los agentes de bioluminiscencia.

El material de núcleo absorbente se preparó colocando 7 g de la fibra esponjosa tratada y una cantidad igual de SAP tratado con luciferina-luciferasa (7 g) y SAP sin tratar en un molde colocado al aire de 6 pulgadas. Los pañales para bebés se produjeron utilizando los núcleos absorbentes que contenían SAP y pulpa de pelusa tratadas con luciferina-luciferasa y pelusa tratada con luciferina-luciferasa pero SAP sin tratar como un componente del pañal para bebés. Los pañales se humedecieron con 100 ml de solución salina (para simular la humectación del pañal con orina) y el efecto de bioluminiscencia de la humectación se observó visualmente en condiciones de luz nocturna (oscuridad). Como se ve en la figura 5, el sistema bioluminiscente indica eficazmente la humedad del pañal en condiciones nocturnas, a través de un tejido de algodón ligero. Se observó que la intensidad de la luz se mantenía bien y era suficiente para ser detectada siempre a cubierto y en la oscuridad.

Se observó que cantidades más altas de luciferasa tienden a aumentar la intensidad, pero no la duración, de la quimioluminiscencia, y cantidades más bajas de luciferasa tienden a aumentar la duración del efecto, pero no la intensidad.

Otros componentes del pañal (p. ej., la ADL o una parte de la misma, la capa superior/interna de la lámina posterior (orientada hacia el núcleo absorbente), el SAP usado en el núcleo absorbente, etc.) también se sometieron al tratamiento descrito. En el caso de la lámina posterior, en lugar de enjuagar toda la lámina posterior, se aplicó un revestimiento de capa delgada de luciferina-luciferasa de 1 pulgada de ancho con y sin un material fotoluminiscente y la capa consumió casi una décima parte del material necesario. Todos los ejemplos funcionaron de manera similar a las muestras del núcleo absorbente para producir una detección quimioluminiscente de la humedad en los pañales.

La figura 6 ilustra la incorporación de un sistema quimioluminiscente según la presente descripción en una lámina de pulpa seca tendida en húmedo, y muestra la quimioluminiscencia provocada por la subida capilar del fluido hacia la lámina.

Las figuras 7 y 8 ilustran la intensidad de la luz visible emitida en un pañal de bebé ejemplar después de mojarlo.

Como ejemplo comparativo, la figura 9A demuestra la luminiscencia de la pulpa tratada con una mezcla fluorescente de Tinopal (Elcowhite TS de Greenville Colorants, Jersey City, NJ) y rodamina (Greenville Colorants) en una base de alcohol polivinílico (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO), cuando se excita con luz UV en la oscuridad en ausencia de cualquier producto químico bioluminiscente. La figura 9B es la misma que la figura 9A, pero con la pulpa cubierta por una tela de algodón ligera similar a la que cubre el ejemplo de la figura 5 y colocada bajo luz UV. En la figura 9B, la pulpa no es visible, lo que demuestra la falta de detección de luz bajo la cubierta. Esto se debe a que para que la luz UV excite la química fluorescente, primero debe pasar a través del paño de algodón. Por consiguiente, si la fuente de luz externa está bloqueada, el agente fluorescente no puede excitarse y emitir luz. Debido a que los bebés y los pacientes adultos suelen usar prendas sobre sus pañales y productos para la incontinencia en adultos y/o usan fundas mientras duermen, estos materiales bloquearán la fuente de luz necesaria para la excitación de la sustancia química

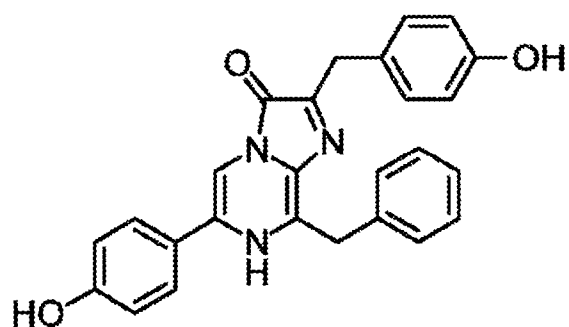
5 fluorescente y limitarán su uso como herramienta de detección nocturna. Además, la funcionalidad de los agentes fluorescentes se ve aún más frustrada porque muchos detergentes domésticos contienen abrillantadores ópticos para mejorar la blancura de los tejidos, y estos blanqueadores ópticos absorben la luz UV, privando así a los productos químicos fluorescentes de la oportunidad de excitar y emitir luz visible cuando los pañales o los productos para la incontinencia de adultos se usan o se usan debajo de prendas de vestir u otras fundas. Además, por supuesto, la luz fluorescente por la disminución de la luz ultravioleta debe hacer que el viaje de regreso a través de la tela sea visible.

10 La quimioluminiscencia no requiere tales condiciones. Además, en el caso de una combinación de química de bioluminiscencia y fluorescencia como se describe en ciertos casos, la fuente de luz para desencadenar la excitación del producto químico fluorescente es proporcionada internamente por la bioluminiscencia en comunicación óptica con el producto químico fluorescente. En este caso, incluso si no hay una fuente de luz externa disponible o está completamente bloqueada, la química fluorescente seguiría funcionando debido a la presencia de bioluminiscencia.

REIVINDICACIONES

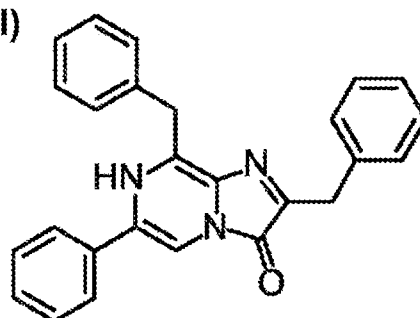
1. Una composición de pulpa de pelusa, que comprende pulpa de pelusa y un sistema quimioluminiscente configurado para producir luz visible al entrar en contacto con un sistema acuoso, en donde el sistema quimioluminiscente comprende una luciferasa que tiene una concentración del 0,1 % al 20 % en peso de la pulpa de pelusa y una luciferina que tiene una concentración del 0,01 % al 2 %, en peso de la pulpa de pelusa.
2. La composición de pulpa de pelusa de la reivindicación 1, en donde la composición de pulpa de pelusa está en forma de una lámina de pulpa de pelusa tendida en húmedo.
3. Un método para preparar la composición de pulpa de pelusa según la reivindicación 1, comprendiendo el método incorporar el sistema quimioluminiscente en la pulpa de pelusa tratando la pulpa de pelusa con uno o más componentes del sistema quimioluminiscente.
4. Un artículo absorbente, que comprende:
 - una lámina superior que es permeable a los líquidos;
 - una lámina posterior que es impermeable a los líquidos;
 - pulpa de pelusa dispuesta entre la lámina superior y la lámina posterior; y
 - un sistema quimioluminiscente configurado para producir luz visible al entrar en contacto con un sistema acuoso, en donde el sistema quimioluminiscente comprende una luciferasa que tiene una concentración del 0,1 % al 20 % en peso de la pulpa de pelusa y una luciferina que tiene una concentración del 0,01 % al 2 %, en peso de la pulpa de pelusa.
5. La composición de pulpa de pelusa de la reivindicación 1 o el artículo absorbente de la reivindicación 4, en donde el sistema quimioluminiscente comprende una luciferina seleccionada del grupo que consiste en coelenterazina, luciferina dinoflagelada, luciferina bacteriana, luciferina fúngica, luciferina de luciérnaga y vargulina; y/o en donde la composición de pulpa de pelusa comprende una luciferasa seleccionada entre el grupo que consiste en luciferasa de *Gaussia*, luciferasa de *Renilla*, luciferasa de dinoflagelado, luciferasa de luciérnaga, luciferasa fúngica, luciferasa bacteriana y luciferasa de vargula.
6. La composición de pulpa de pelusa de la reivindicación 1 o el artículo absorbente de la reivindicación 4, en donde el sistema quimioluminiscente comprende coelenterazina como luciferina y luciferasa de *Gaussia* o *Renilla*.
7. La composición de pulpa de pelusa de la reivindicación 1 o el artículo absorbente de la reivindicación 4, que comprende además un tampón de pH configurado para proporcionar una regulación del sistema acuoso entre un pH de 4,0 a 8,5.
8. La composición de pulpa de pelusa o el artículo absorbente de la reivindicación 7, en donde el tampón de pH se selecciona del grupo que consiste en bicarbonato de sodio, acetato de sodio, citrato de sodio, lactato de sodio, citrato de lactato de sodio, acetato de calcio, citrato de calcio, bromuro de calcio, gluconato de calcio, lactato de calcio, malato de lactato de calcio, carbonato de calcio, bicarbonato de calcio, dihidrogenofosfato de potasio, y combinaciones de los mismos.
9. La composición de pulpa de pelusa de la reivindicación 1 o el artículo absorbente de la reivindicación 4, que comprende además un compuesto fotoluminiscente que tiene un intervalo de longitudes de onda de absorción fotoluminiscente que se superpone con un intervalo de longitudes de onda de emisión quimioluminiscente del sistema quimioluminiscente, en donde el compuesto fotoluminiscente tiene un intervalo de longitudes de onda de emisión fotoluminiscente que es diferente del intervalo de longitudes de onda de emisión quimioluminiscente.
10. La composición de pulpa de pelusa o el artículo absorbente de la reivindicación 9, en donde el compuesto fotoluminiscente se selecciona del grupo que consiste en un compuesto fluorescente y un compuesto fosforescente.
11. La composición de pulpa de pelusa o el artículo absorbente de la reivindicación 9, en donde el compuesto fotoluminiscente está presente en una cantidad del 0,01 % al 2 % en peso de la pulpa de pelusa.
12. La composición de pulpa de pelusa de la reivindicación 1 o el artículo absorbente de la reivindicación 4, en donde la luz visible tiene una duración de 0,5 a 6 horas.
13. El artículo absorbente de la reivindicación 4, en donde tanto la luciferina como la luciferasa están dispuestas dentro de la pulpa de pelusa.

14. El artículo absorbente de la reivindicación 4, en donde una de la luciferina o la luciferasa se disponen dentro de la pulpa de pelusa y la otra se asocia con la lámina superior y se configura para viajar en la pulpa de pelusa tras la exposición a una descarga de líquido.
- 5 15. El artículo absorbente de la reivindicación 4, que comprende además un polímero superabsorbente.
16. El método de la reivindicación 3, en donde el tratamiento de la pulpa de pelusa comprende aplicar una solución no acuosa de un sistema quimioluminiscente que comprende al menos un componente seleccionado entre una luciferina y una luciferasa a una lámina de pulpa de pelusa
- 10 17. El método de la reivindicación 16, en donde la aplicación incluye pulverizar la solución no acuosa, y en donde el sistema quimioluminiscente incluye una luciferina.
18. El método de la reivindicación 17, en donde el sistema quimioluminiscente incluye tanto una luciferina como una luciferasa.
- 15 19. El método de la reivindicación 16, en donde la solicitud incluye pulverizar dos soluciones no acuosas, una de las cuales incluye una luciferina y la otra incluye una luciferasa.



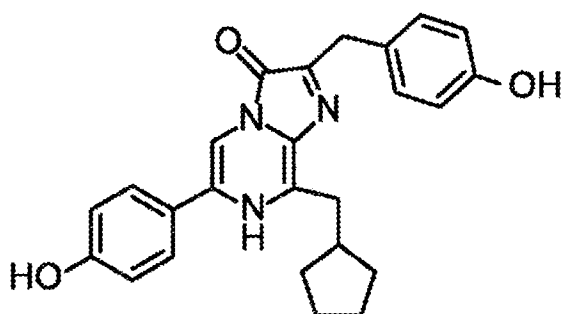
Coelenterazina (coelenterazina natural)

Figura 1A



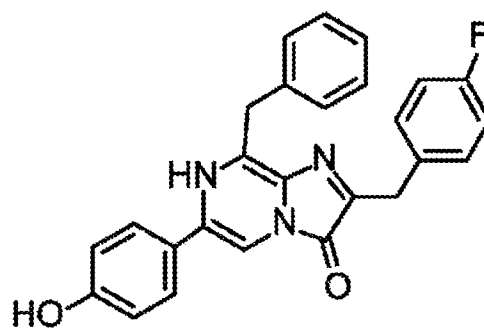
Coelenterazina 400a

Figura 1B



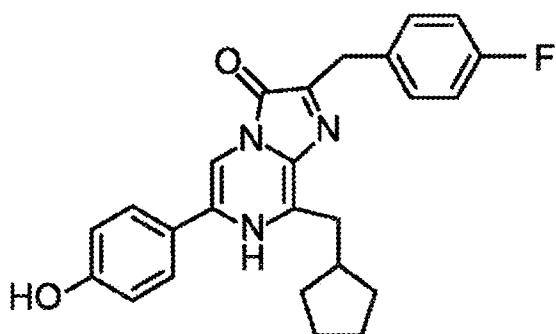
Coelenterazina cp

Figura 1C



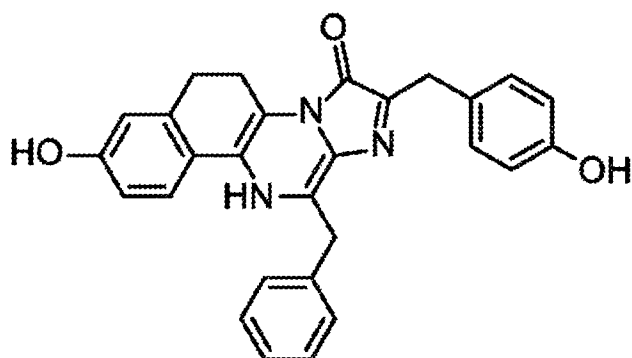
Coelenterazina f

Figura 1D



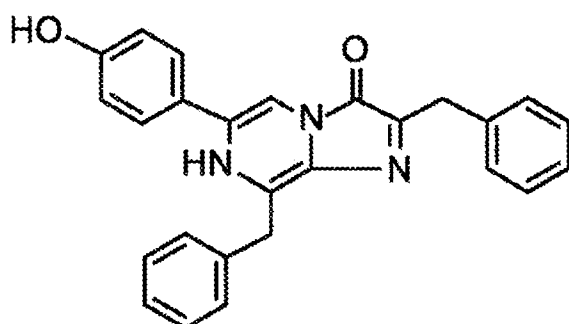
Coelenterazina fcp

Figura 1E



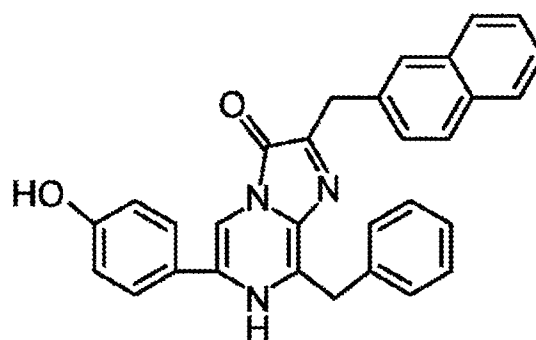
Coelenterazina e

Figura 1F



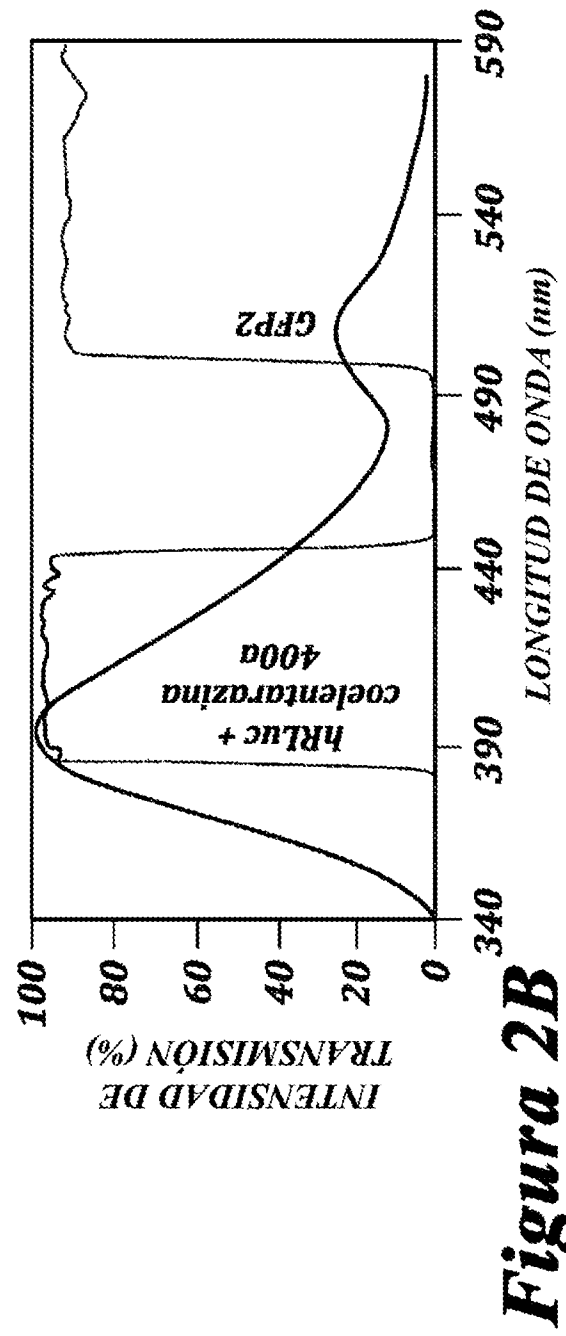
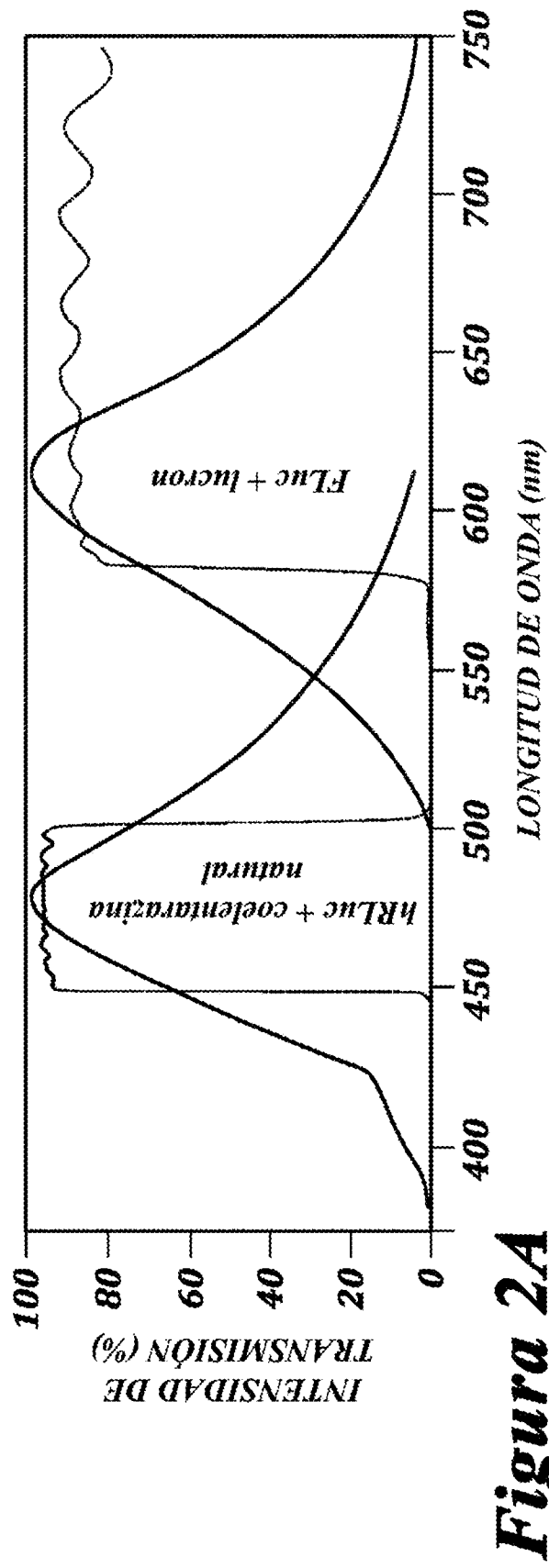
Coelenterazina h

Figura 1G



Coelenterazina n

Figura 1H



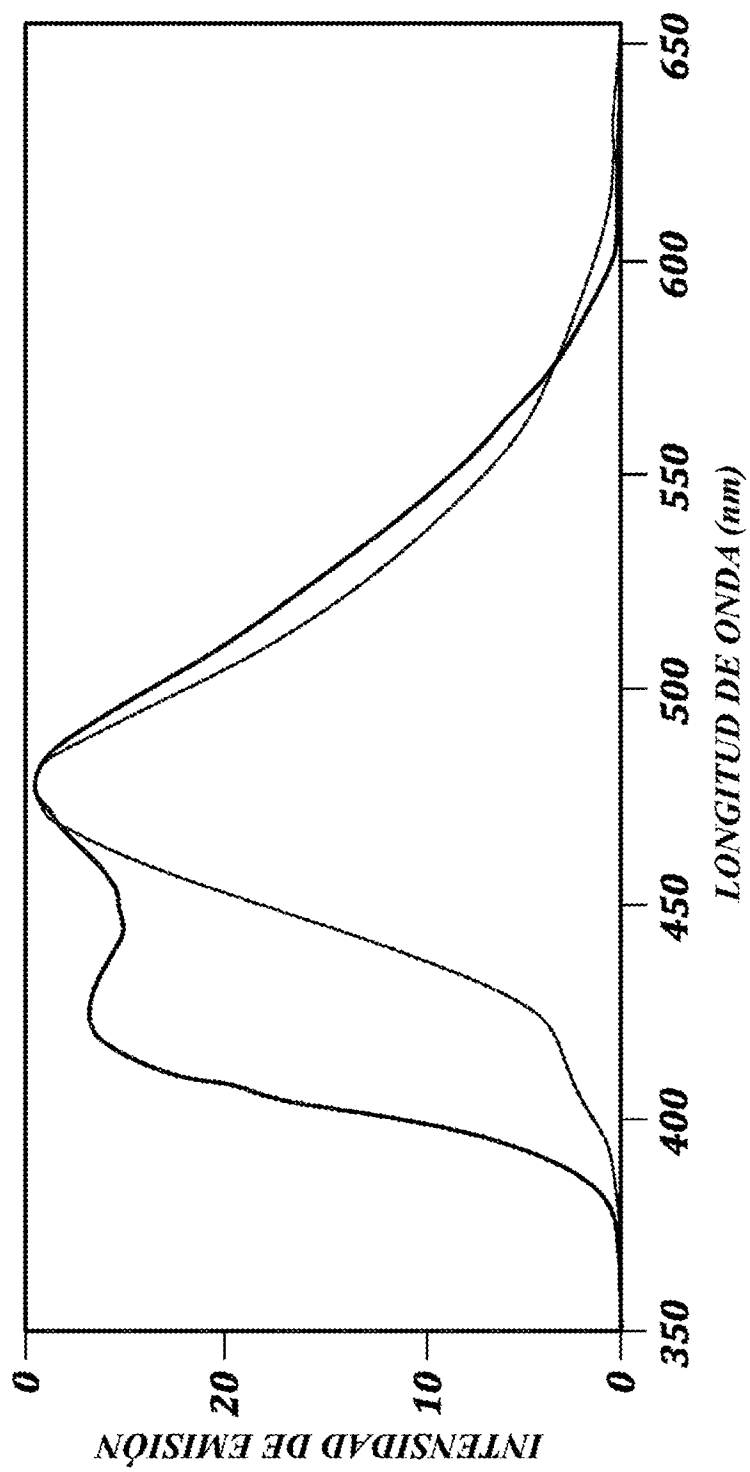


Figura 3

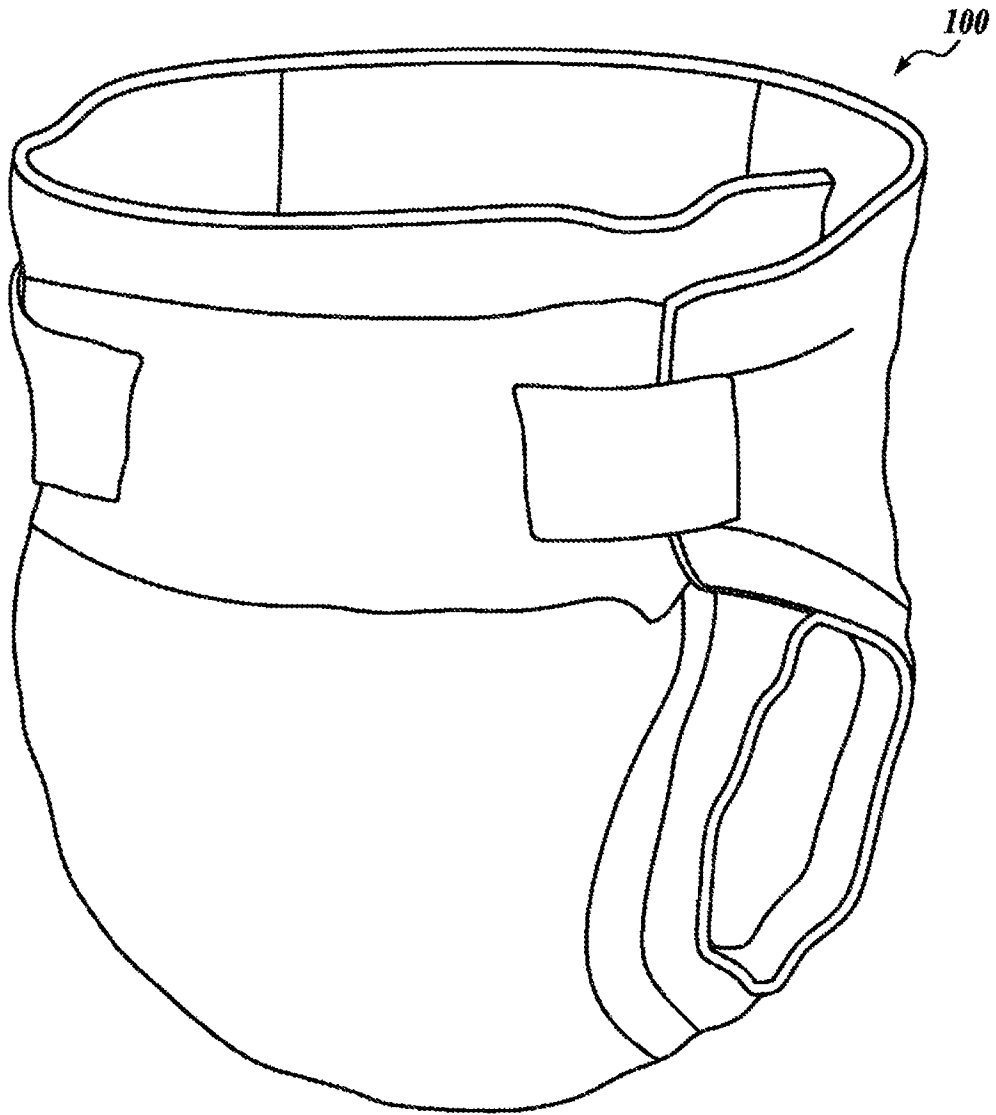


Figura 4A

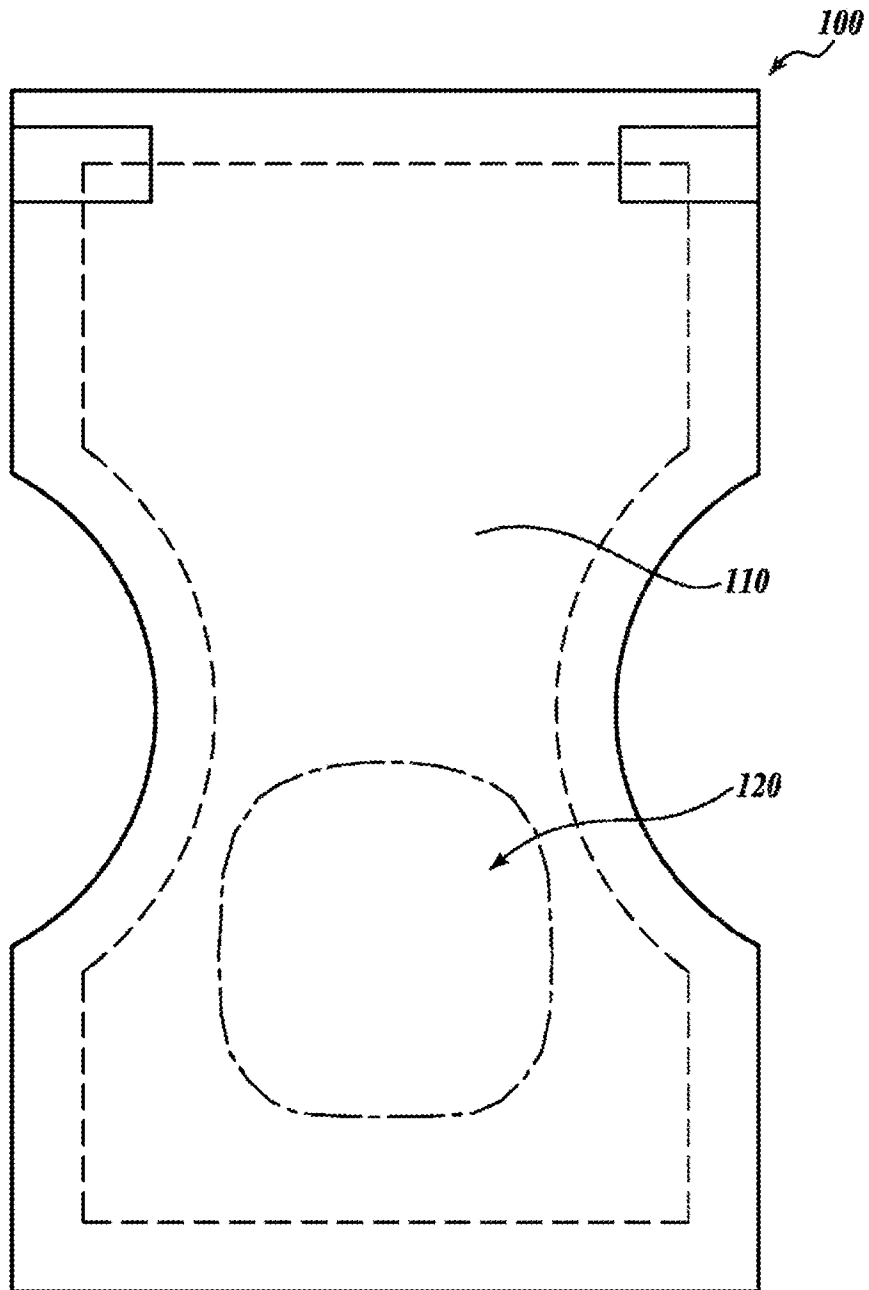


Figura 4B

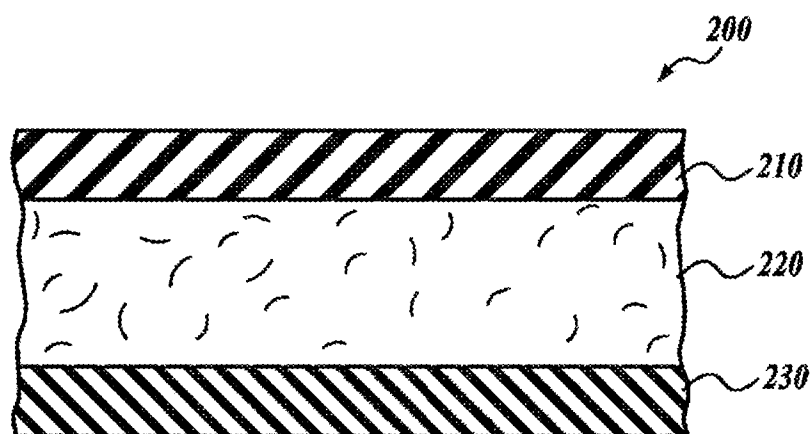


Figura 4C

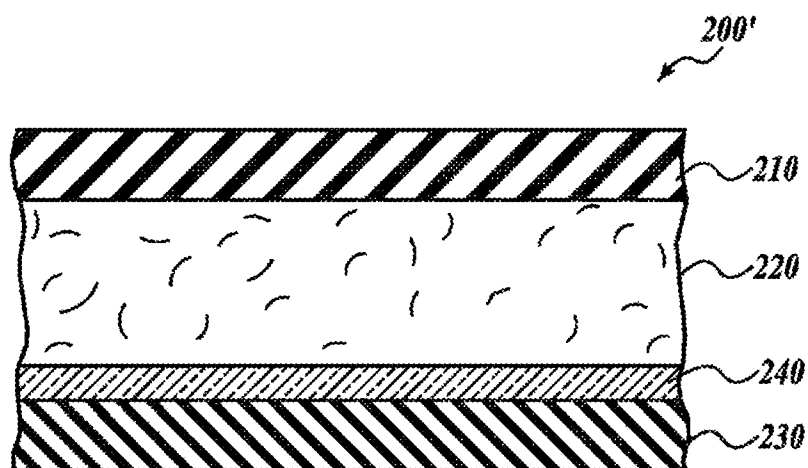


Figura 4D

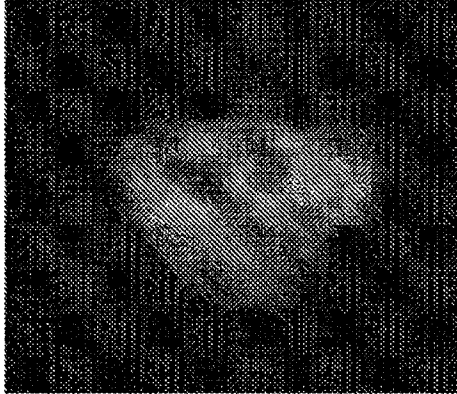


Figura 5

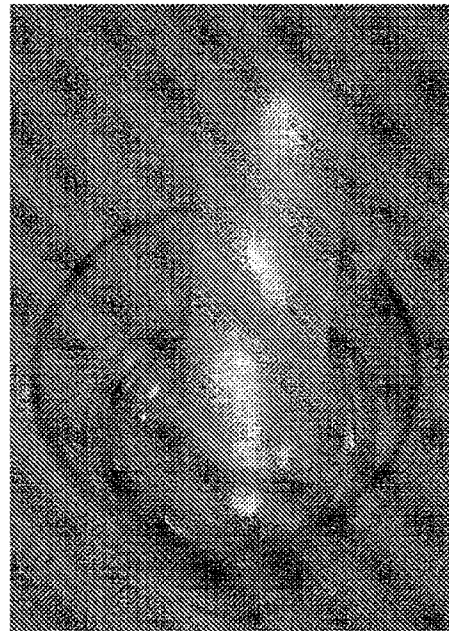


Figura 6

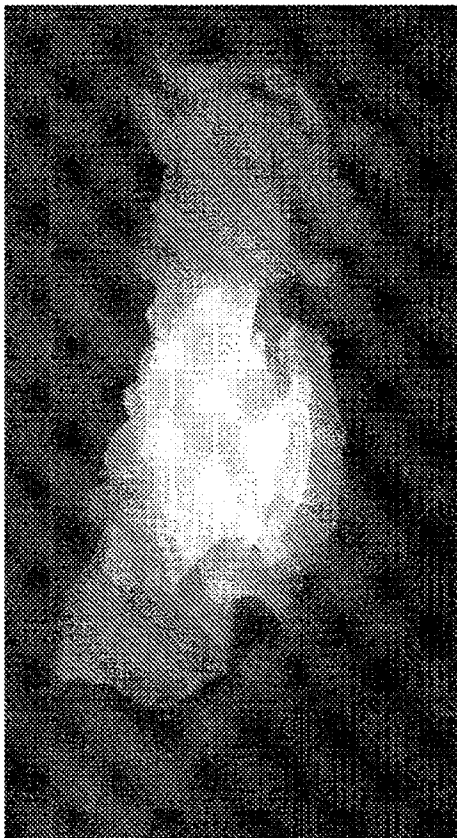


Figura 7

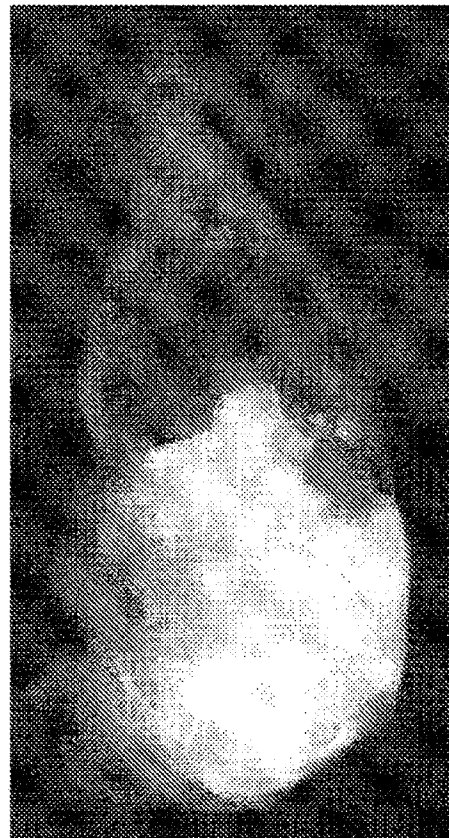


Figura 8

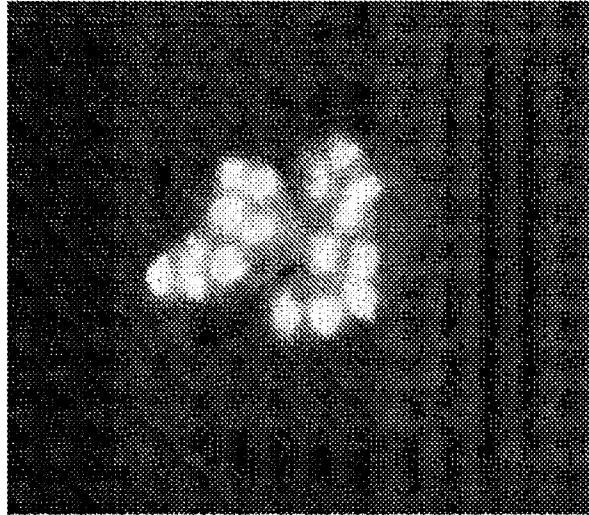


Figura 9A

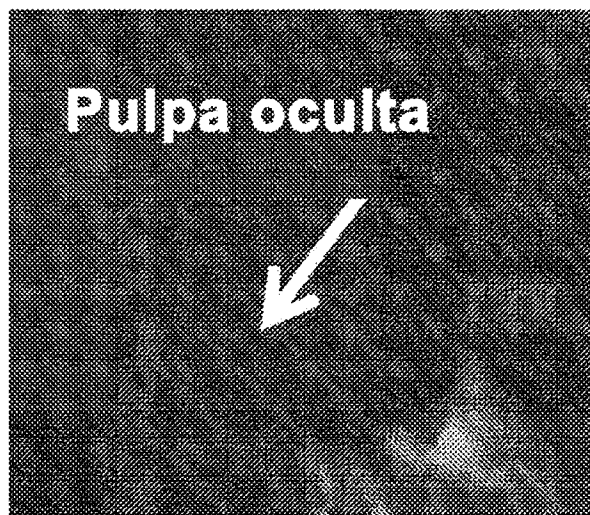


Figura 9B