

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 231**

51 Int. Cl.:

G07D 7/12 (2006.01)

C09B 67/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2006 E 10188334 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.12.2014 EP 2322580**

54 Título: **Sistemas y métodos para crear efectos ópticos en medios para prevenir la falsificación**

30 Prioridad:

01.07.2005 US 173620

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

08.04.2015

73 Titular/es:

**3DTL, INC. (100.0%)
1243 Reamwood Drive
Sunnyvale, CA 94089, US**

72 Inventor/es:

DOWNING, ELIZABETH

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 533 231 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

Sistemas y métodos para crear efectos ópticos en medios para prevenir la falsificación

Antecedentes de la invención

5 Por lo menos determinados ejemplos y realizaciones descritos en esta memoria se refieren a pigmentos, tintas y otros materiales que pueden aplicarse sobre medios, tales como papel u otros materiales. Estos sistemas y métodos pueden utilizarse como características de seguridad o características de identificación para permitir que un objeto sea autenticado.

10 Los métodos existentes que utilizan luz UV (ultravioleta) para activar un efecto visible sólo producen un espectro de emisión estática. Estas características se basan en la fluorescencia en la que un material absorbe la luz ultravioleta y luego se vuelve a irradiar como una mayor longitud de onda, normalmente en el espectro visible. La luz emitida se determina mediante la estructura química y electrónica del compuesto y es una propiedad del material del mismo. El espectro de la luz inducida de este modo no cambia bajo iluminación en estado estacionario o en condiciones de intensidad variable.

15 Los métodos existentes también incluyen el uso de un material fotocromático en los sistemas de autenticación, tales como las tintas de impresión de seguridad. Véase, por ejemplo, *Organic Photochromic and Thermochromic Compounds* (Compuestos Fotocromáticos y Termocromáticos), Volumen 1, editado por John C. Crano y Robert J. Gugoielmetti, 1999 (ISBN 0-306-45882-9).

20 El documento US 5.298.190 describe una composición que contiene un material fotocromático y un pigmento fluorescente que proporciona una dualidad de color en productos donde la composición se usa como el agente colorante.

El documento EP 0.893.744 A2 describe un método para imprimir documentos de seguridad que comprende entre otras cosas la impresión de imágenes usando materiales de marcado que contienen al menos un aditivo fotoactivo, tal como un material fluorescente o fotocromático.

25 El documento US 4.015.131 describe tintas donde un color de luz mixta ordinaria de la tinta es un color sustancialmente diferente a un color fluorescente de la tinta.

30 El documento WO 2004/106078 A1 describe un documento de seguridad (y un método para producir el mismo) el cual está caracterizado entre otras cosas por tener un patrón de seguridad como un medio de seguridad, dicho patrón de seguridad consiste en un primer patrón formado a partir de sustancias que tienen un efecto de interferencia y un segundo patrón formado a partir de sustancias las cuales reaccionan con ciertas formas de estimulación, como la luz UV, con una respuesta luminosa la cual es visible a simple vista o con una señal específica que puede ser detectada por medio de un aparato adaptado.

Resumen

35 En esta memoria se describen varios ejemplos y realizaciones de los sistemas y métodos para inducir una propiedad dinámica y reversible de cambio de color. Este resumen explica determinados ejemplos y realizaciones, pero no necesariamente todos los ejemplos y realizaciones que se describen en esta memoria.

40 En un ejemplo, una partícula de pigmento incluye un núcleo que tiene una sustancia portadora y un material fluorescente (o un material fosforescente), en la que el núcleo tiene una forma sustancialmente esférica, y la partícula de pigmento también incluye una envoltura que rodea el núcleo, y la envoltura incluye un material fotocromático que tiene una primera propiedad óptica cuando se ilumina con una primera fuente de luz y una segunda propiedad óptica cuando se ilumina con una segunda fuente de luz, que incluye un conjunto de longitudes de onda no suficientemente presentes en la primera fuente de luz, y en la que la segunda propiedad óptica atenúa la radiación emitida desde el material fluorescente. En por lo menos determinados ejemplos, la primera propiedad óptica es sustancialmente transparente y la segunda fuente de luz incluye longitudes de onda ultravioletas que son el conjunto de longitudes de onda no suficientemente presentes en la primera fuente de luz. La excitación UV de la radiación UV en la segunda fuente de luz provoca inicialmente que la partícula de pigmento tenga una primera apariencia basada en las emisiones fluorescentes (por ejemplo, las emisiones fluorescentes, por lo menos en parte, efectúan la primera apariencia al tener un efecto en el color de la primera apariencia). Una excitación UV continua hace que la partícula de pigmento tenga una segunda apariencia basada en la segunda propiedad óptica del material fotocromático que atenúa una radiación emitida por el material fluorescente. Normalmente, la primera apariencia es un primer color basado, en parte, en las emisiones fluorescentes desde el cromóforo fluorescente (un material fluorescente) y la segunda apariencia es un segundo color que es diferente del primer color. También normalmente, el material fotocromático cambia de la primera propiedad óptica a la segunda propiedad óptica, mientras está bajo luz UV de la segunda fuente de luz, durante un período de tiempo de más de aproximadamente un tercio de segundo hasta aproximadamente 30 segundos. Esta partícula de pigmento puede mezclarse con una tinta, y la tinta puede utilizarse para imprimir sobre divisas u otros objetos para crear unos indicios o una característica de identificación en el objeto. La característica de identificación puede ser autenticada mediante la iluminación de los indicios con una fuente de luz

UV para provocar con ello el cambio de color, bajo la iluminación UV continua, desde el primer color al segundo color. Por lo tanto, la partícula de pigmento puede utilizarse en moneda para autenticar la moneda o en otros objetos para autenticar o identificar el objeto. Además, esta partícula de pigmento también puede utilizarse para producir características decorativas o que llaman la atención, por ejemplo, en los productos o embalajes.

5 En otro ejemplo, un objeto incluye un sustrato y unos indicios que incluyen un primer material y un segundo material. El primer material se acopla con el sustrato y el segundo material se acopla con el sustrato. El primer material tiene un primer aspecto óptico antes de la excitación UV y una segunda apariencia óptica después de recibir la excitación UV. En por lo menos determinados ejemplos, el primer material es una sustancia fotocromática que es transparente bajo luz ambiental que tiene cantidades insuficientes de luz ultravioleta y se oscurece o refleja un color en presencia de la
10 excitación UV. En este caso, la primera apariencia óptica es transparencia y la segunda apariencia óptica es una apariencia oscura o de color después de recibir la excitación UV. En otros ejemplos, se puede utilizar un material absorbente saturable como primer material en lugar de un material o sustancia fotocromático. El segundo material puede ser un cromóforo fluorescente o un pigmento no fluorescente que sea capaz de proporcionar el color. Los indicios parecen irradiar un primer color bajo la excitación inicial UV mientras que el primer material tiene la primera
15 apariencia óptica, y luego durante un corto período de tiempo, parece irradiar un segundo color bajo excitación UV continua ya que el primer material ha cambiado a la segunda apariencia óptica. Los primeros materiales atenúan típicamente la radiación fluorescente del cromóforo fluorescente, y el primer color se basa por lo menos en parte en la radiación fluorescente del cromóforo fluorescente (por ejemplo, por lo menos una parte del espectro de este primer color depende del cromóforo fluorescente). El segundo color puede basarse en las reflexiones desde el primer
20 material en la segunda apariencia óptica, o puede basarse en la radiación fluorescente de un tercer material, que es un cromóforo fluorescente. El material fotocromático normalmente cambia desde la primera apariencia óptica a la segunda apariencia óptica en un corto período de tiempo, como un período de más de aproximadamente un tercio de segundo a un período de menos de aproximadamente 30 segundos, de manera que el primer color es visible durante por lo menos un tercio de segundo hasta 30 segundos. El objeto puede ser moneda y los indicios creados por el
25 primer y el segundo material pueden ser una característica de autenticación o de identificación colocados en la moneda mediante un proceso de impresión o mediante otros métodos de aplicación del material sobre un medio.

En incluso otro ejemplo descrito en esta memoria, el objeto incluye un sustrato y unos indicios dispuestos en el sustrato, en el que los indicios incluyen un primer material y un segundo material, cada uno de los cuales se acopla al sustrato. El primer material tiene un primer aspecto óptico cuando se ilumina con una fuente de luz que no incluye
30 una cantidad suficiente de longitudes de onda UV y una segunda apariencia óptica después de recibir suficiente excitación UV desde una fuente de luz que contiene una cantidad suficiente de longitudes de onda UV. Los indicios parecen irradiar un primer color, con una primera intensidad bajo excitación UV inicial mientras que el primer material tiene la primera apariencia óptica (por ejemplo, la primera apariencia óptica es transparente para un material fotocromático) y luego parece irradiar el primer color, con una segunda intensidad bajo excitación UV continua ya que
35 el primer material ha cambiado a la segunda apariencia óptica. En por lo menos determinados ejemplos, el segundo material puede incluir un cromóforo fluorescente que emite radiación fluorescente en respuesta a la iluminación UV, y el primer material incluye un material o sustancia fotocromático que, al tener la segunda apariencia óptica, atenúa la radiación fluorescente del cromóforo fluorescente y en el que el primer color se basa en la radiación fluorescente del cromóforo fluorescente (por ejemplo, por lo menos una parte del espectro del primer color se deriva o se basa en la
40 emisión fluorescente del cromóforo fluorescente).

En esta memoria también se describen varios métodos de autenticación o identificación de objetos mediante el uso de indicios o características en el objeto. En un método de ejemplo, un material sobre el objeto se expone a una serie de longitudes de onda, y el usuario observa la radiación o la emisión de un primer color en respuesta a la exposición, y el usuario observa una radiación de un segundo color, también en respuesta a la exposición y después de la
45 observación de la radiación del primer color. Al observar el primer y el segundo color, mientras se está bajo la misma fuente de iluminación, tal como una fuente de luz ultravioleta, y observando el cambio en un corto período de tiempo, el usuario puede determinar la autenticidad del objeto si se muestra el cambio de color anticipado desde el primer color al segundo color en un corto período de tiempo. El material puede tener un color inicial antes de la exposición, y el material puede parecer que cambia desde este color inicial, luego al primer color, y luego al segundo color en
50 respuesta a la exposición y, después de que la exposición se ha detenido, la material vuelve de manera reversible al color inicial. El tiempo entre el cambio del primer color al segundo color es normalmente más de aproximadamente un tercio de segundo a menos de 30 segundos, de manera que el primer color es visible durante por lo menos un tercio de segundo a hasta 30 segundos. Normalmente, por lo menos en determinados ejemplos, el material puede ser un material fotocromático y también puede incluir un material fluorescente.

55 Otro ejemplo de método para autenticar un objeto incluye la exposición de un material con una iluminación con una primera intensidad y la emisión, en respuesta a la iluminación con la primera intensidad, de un primer color, y la exposición del material con una iluminación, tal como una iluminación ultravioleta, con una segunda intensidad y la emisión, en respuesta a la iluminación con la segunda intensidad, de un segundo color. Normalmente, la iluminación tiene la misma frecuencia pero distinta intensidad, y el material incluye un primer material fluorescente que tiene una
60 primera eficiencia y un segundo material fluorescente que tiene una segunda eficiencia, que es significativamente menor que la primera eficiencia. El desequilibrio en la eficiencia hace que el cromóforo fluorescente que tiene la eficiencia mucho más alta domine el espectro resultante de emisiones cuando la fuente de iluminación está en menor

intensidad. Cuando la fuente de iluminación está con una mayor intensidad, entonces los dos cromóforos fluorescentes pueden afectar al espectro fluorescente resultante, y el color parecerá un poco diferente que el color resultante con la intensidad de iluminación inferior.

5 Realizaciones de la presente invención incluyen un objeto que comprende un sustrato, un pigmento acoplado al sustrato, un material que varía la absorción, tal como una sustancia fotocromática, acoplado con el pigmento y dispuesto sobre el pigmento, y un material fluorescente, tal como un cromóforo fluorescente, acoplado con el material de variación de absorción y dispuesto sobre el material de variación de absorción. El material de variación de absorción cambia su propiedad óptica en presencia de luz ultravioleta u otros tipos de iluminación para provocar un cambio en la apariencia de la combinación de pigmento, de material de variación de absorción y de material fluorescente UV, que en conjunto pueden constituir unos indicios sobre el objeto.

10 En incluso otro ejemplo, un objeto incluye un sustrato y unos indicios que incluyen un material fluorescente y un material fosforescente. El material fluorescente emite una radiación fluorescente cuando está bajo la iluminación de una fuente de radiación, tal como una fuente de luz ultravioleta, y el material fosforescente fosforece una radiación fosforescente cuando está bajo la iluminación de la fuente de radiación (por ejemplo, una fuente de luz UV) y sigue fosforesciendo durante un período de tiempo después de que la iluminación se ha detenido.

Más adelante se describen otros objetos, indicios, partículas de pigmento y métodos para el uso de estos objetos.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención como se reivindica y otros ejemplos no reivindicados ahora, se ilustran a modo de ejemplo y no a modo de limitación en las figuras de los dibujos que se acompañan.

20 La figura 1 muestra un ejemplo de objeto que muestra un desplazamiento de color en respuesta a un cambio de la iluminación según una realización de la invención reivindicada.

La figura 2 muestra un objeto que muestra un desplazamiento de color en respuesta a la iluminación continua desde una fuente de luz, como una fuente de luz ultravioleta, según otra realización de la invención reivindicada.

25 La figura 3 muestra otro ejemplo de objeto que muestra un desplazamiento de color en respuesta a un cambio de la iluminación (por ejemplo, un cambio desde luz ambiental que tiene una cantidad insuficiente de radiación ultravioleta a la iluminación bajo una fuente de luz ultravioleta), según otra realización de la invención reivindicada.

La figura 4 muestra un ejemplo de objeto que muestra un desplazamiento de color en respuesta a la iluminación continua desde una fuente de luz, tal como una fuente de luz ultravioleta.

30 La figura 5 muestra un ejemplo de objeto que muestra un desplazamiento de color en respuesta a un cambio de la iluminación.

La figura 6 muestra un ejemplo de objeto que muestra un desplazamiento de color en respuesta a la iluminación continua desde una fuente de luz, tal como una fuente de luz ultravioleta.

La figura 7 muestra un ejemplo de objeto que muestra un desplazamiento de color en respuesta a un cambio de iluminación.

35 La figura 8 muestra otro ejemplo de objeto, que puede ser una partícula de pigmento, que muestra un desplazamiento de color en respuesta a un cambio de iluminación,

La figura 9 muestra un ejemplo de objeto, tal como una partícula de pigmento, que muestra un desplazamiento de color en respuesta a la iluminación continua desde una fuente de luz, tal como una fuente de luz ultravioleta.

40 La figura 10 muestra un ejemplo de objeto, tal como una partícula de pigmento, que muestra un desplazamiento de color en respuesta a la iluminación continua desde una fuente de luz.

La figura 11 muestra otro ejemplo de objeto que muestra un desplazamiento de color en respuesta a la iluminación continua desde una fuente de luz.

La figura 12 muestra otro ejemplo de objeto que muestra un desplazamiento de color en respuesta a la iluminación continua desde una fuente de luz.

45 La figura 13 muestra las partículas de pigmento que incluyen material fluorescente y materiales fosforescentes, que exhiben un color bajo excitación inicial UV y otro color después de retirar la excitación UV, y la fosforescencia de color rojo u otro continúa después de retirar la excitación UV.

La figura 14 ilustra otro ejemplo de objeto que incluye materiales fosforescentes y fluorescentes.

La figura 15 muestra otro ejemplo de objeto, tal como una partícula de pigmento, que incluye tanto material fluorescente como material fosforescente que se pueden utilizar en indicios como se describe en la presente memoria.

La figura 16 muestra otro ejemplo de objeto, tal como partículas de pigmento, que puede utilizarse en indicios según los métodos y sistemas como se describe en la presente memoria.

5 Descripción detallada

La presente invención reivindicada se describirá haciendo referencia a numerosos detalles expuestos a continuación, y los dibujos adjuntos ilustrarán la invención reivindicada, así como otros ejemplos no reivindicados ahora. La siguiente descripción y los dibujos son ilustrativos de algunas realizaciones de la invención y no deben interpretarse como una limitación a la invención reivindicada. Se describen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión profunda de la presente invención. Sin embargo, en determinados casos, no se describen detalles convencionales o bien conocidos con el fin de no oscurecer innecesariamente la presente invención en detalle.

Esta divulgación describe métodos y técnicas para crear efectos dinámicos de cambio de color en el material de sustrato que pueden ser inducidos por la exposición a, por ejemplo, radiación ultravioleta. Un sustrato preparado de este modo se puede diferenciar fácilmente de los que contienen sólo zonas reflectantes o zonas fluorescentes UV. Tales efectos pueden utilizarse para producir características de seguridad y de identificación de moneda, productos de marca, documentos y otros materiales de sustrato. También se pueden utilizar para producir características decorativas o que llaman la atención sobre, por ejemplo, los productos y el embalaje.

Por lo menos determinadas realizaciones y ejemplos descritos en esta memoria proporcionan unos medios para utilizar la luz UV, ya sea en condiciones de estado estable o condiciones de variación de intensidad, para excitar la luz visible (e IR) con un espectro de colores que cambia rápidamente con el tiempo (por ejemplo, en aproximadamente la tercera parte de un segundo a hasta aproximadamente 30 segundos). Estas características se pueden utilizar para proporcionar una característica manifiesta mucho mejor para monedas y otros documentos seguros y productos de marca. Por ejemplo, dichas características aplicadas a la moneda pueden permitir la detección de moneda falsa.

Los pigmentos, tintas/revestimientos y los procesos de impresión/revestimiento que forman las características de cambio de color de por lo menos determinadas realizaciones y ejemplos descritos en la presente memoria proporcionan una forma única para permitir a una persona con una fuente de radiación de bajo coste, tales como la luz ultravioleta, estudiar un documento seguro, como un billete o moneda. A diferencia de las características existentes inducidas por radiación UV, que meramente fosforecen con un espectro de color constante bajo iluminación UV, las realizaciones de cambio de color y ejemplos descritos en esta memoria proporcionan un efecto de cambio dinámico de color que es muy singular y que no está disponible actualmente en ningún documento. Cuando estas características se integran sobre el material del sustrato mediante impresión o revestimiento con una tinta (barniz, etc) utilizando uno (o una combinación) de los métodos descritos, y posteriormente se expone a luz UV, proporcionará una característica inconfundible manifiesta o semi-encubierta donde se aplique. (También se pueden utilizar diversos métodos para la integración de las características en un sustrato, más allá de la impresión, tales como moldeo por inyección, fundición, pintura, inmersión, etc. para producir la característica y, como tal, las realizaciones no se limitan meramente a las aplicaciones de impresión).

Las propiedades fundamentales de los materiales que se van a integrar en los sustratos y ser utilizados para estas realizaciones y ejemplos pueden incluir cuatro tipos fundamentales. El primero son los materiales fluorescentes, que emiten luz visible y/o luz IR tras la absorción de la luz UV. El segundo son los materiales fotocromáticos, que se oscurecen o cambian de otro modo su espectro de absorción en respuesta a los rayos UV. Pueden utilizarse materiales fotosensibles tanto positivos como negativos. En determinadas realizaciones y ejemplos, se pueden utilizar sustancias termocromáticas en lugar o además de las sustancias fotocromáticas. El tercero son materiales absorbentes saturables, que inicialmente absorben pero se vuelven transparentes a medida que las transiciones se saturan. El cuarto son los materiales que experimentan un mecanismo interno de transferencia de energía en presencia de rayos UV en función de la intensidad. La intensidad, que se define como la energía por unidad de tiempo por unidad de superficie, proporciona las variables de control para efectuar el cuarto cambio.

Los materiales con las propiedades antes mencionadas se pueden sintetizar en pigmentos, partículas pequeñas, revestimientos, aerosoles, tintas u otros medios, que se pueden aplicar a sustratos para crear objetos con indicios que se pueden utilizar para autenticar o identificar el objeto. Los procesos de aplicación incluyen la mezcla de pequeñas partículas de materiales con estas propiedades en tintas y revestimientos, y la impresión de ellos sobre superficies. Pueden mezclarse múltiples materiales entre sí para proporcionar un revestimiento con características combinadas. Además, pueden aplicarse varias capas una encima de otra para proporcionar una respuesta dinámica a una excitación UV. Además, las zonas revestidas que tienen diferentes respuestas a los rayos UV se pueden aplicar en las proximidades para proporcionar una serie aún mayor de respuestas dinámicas. Unos materiales fotocromáticos se describen en un artículo titulado "*Organic Photochromism*" (Fotocromismo Orgánico) de H. Bouas-Laurent y Durr Heinz, Pure Applied Chem., 73:4, págs. 639-665 (2001).

Categorización de los efectos de cambio de color

Los conceptos descritos en las figuras siguientes (figuras 1-16) para la integración de efectos de cambio de color inducidos por radiación UV en pigmentos y medios se pueden desglosar de forma sistemática en las siguientes categorías que describen el método de exposición funcional de cómo se induce el mecanismo de cambio de color:

- 5 a.) El cambio de color se produce por el movimiento del sustrato desde luz ambiental (habitación visible) a la luz UV. (Cambios en el espectro de exposición para inducir el efecto)
- b.) El cambio de color se produce bajo exposición prolongada (normalmente unos pocos segundos, tal como aproximadamente de 3 segundos a 7 segundos) a la luz UV. (El efecto se induce normalmente bajo espectro de exposición constante)
- 10 c.) El cambio de color se produce por el movimiento del sustrato desde los rayos UV a la luz ambiental o desde los rayos UV a ausencia de luz. (Cambios en el espectro de exposición para inducir el efecto)
- d.) El cambio de color se produce bajo diferentes intensidades de exposición UV (enfocado frente a desenfocado). (Intensidad de los cambios de exposición, pero no del espectro de exposición, para inducir el efecto).
- 15 Estas categorías se pueden desglosar aún más en tipos de pigmentos monolítico frente a mezclados, y aún más en requisitos de aplicación en una sola capa o varias capas.
 - 1. Pigmentos monolíticos (un solo pigmento exhibe todos los efectos)
 - i) conjuntamente con materiales absorbentes saturables/fotocromáticos inducidos por UV
 - ii) conjuntamente con materiales reflectantes saturables/fotocromáticos inducidos por UV
 - 20 iii) longitudes de onda de reflexión/emisión múltiples
 - iv) múltiples vidas útiles de emisión
 - v) implican transferencia de energía y/o secciones transversales dependientes de la intensidad
 - vi) longitudes de onda de reflexión/emisión individuales
 - 25 2. Pigmentos mezclados (se utilizan múltiples pigmentos para lograr el efecto)
 - i) conjuntamente con materiales absorbentes saturables/fotocromáticos inducidos por UV
 - ii) conjuntamente con materiales reflectantes saturables/fotocromáticos inducidos por UV
 - iii) longitudes de onda de reflexión/emisión múltiples
 - iv) múltiples vidas útiles de emisión
 - 30 v) implican transferencia de energía y/o secciones transversales dependientes de la intensidad
 - vi) longitudes de onda de reflexión/emisión individuales

Las siguientes tablas detallan por categorías estos diversos conceptos para la integración de los efectos de cambio de color en pigmentos y medios impresos/revestidos. Cada concepto se muestra en la figura correspondiente, que se etiqueta con el mismo número; por ejemplo, el concepto 16 se muestra en la Figura 16. Pueden utilizarse combinaciones de los efectos para proporcionar un comportamiento adicional de cambio de color.

a. El cambio de color se produce por el movimiento del sustrato/pigmentos desde la luz ambiental (habitación) a la luz UV.

Concepto	Tipo de Pigmento						Capas de impresión		Comportamiento					
	Monolítico			Mezclado			Individual	Múltiple	i	ii	iii	iv	v	vi
	fluorescente	reflectante	fluor/refl	fluorescente	reflectante	fluor/refl								
1						x		x		x				
3						x		x		x				
5					x					x				
7					x									
8			x											x

b. El cambio de color se produce por la exposición prolongada (unos segundos) a la luz UV.

Concepto	Tipo de Pigmento						Capas de impresión		Comportamiento									
	Monolítico			Mezclado			Individual	Múltiple	i	ii	iii	iv	v	vi				
	fluorescente	reflectante	fluor/refl	fluorescente	reflectante	fluor/refl												
2				x				x	x	x								
4						x				x								
6						x				x								
9																		x
10																		
11																		
12																		

- c. El cambio de color se produce por el movimiento del sustrato/pigmento desde los rayos UV a la luz ambiental o desde los rayos UV a la ausencia de luz.

Concepto	Tipo de Pigmento						Capas de impresión		Comportamiento					
	Monolítico			Mezclado			Individual	Múltiple	i	ii	iii	iv	v	vi
	fluorescente	reflectante	fluor/refl	fluorescente	reflectante	fluor/refl								
13						x	x			x				
14						x				x	x			
15	x													

- d. El cambio de color se produce con la exposición a intensidades variables de luz UV, es decir, concentrada frente a no concentrada

Concepto	Tipo de Pigmento						Capas de impresión		Comportamiento					
	Monolítico			Mezclado			Individual	Múltiple	i	ii	iii	iv	v	vi
	fluorescente	reflectante	fluor/refl	fluorescente	reflectante	fluor/refl								
16	x						x				x		x	

Además de experimentar el cambio descrito de apariencia, puede ser necesario o conveniente en algunos casos para la característica volver al estado original (o cerca del mismo) que existía antes de la exposición UV. Además, puede ser deseable para la característica experimentar el ciclo de cambio bajo los rayos UV y volver cerca de su estado original un gran número de veces. Con el fin de que esto suceda, los materiales fluorescentes deben emitir su energía absorbida y volver a sus estados no excitados. Los materiales absorbentes saturables y fotocromáticos también deben perder cualquier energía almacenada o atrapada y regresar lo suficientemente cerca de su estado original de modo que el proceso pueda repetirse. La posibilidad de experimentar varios ciclos de la característica es con ello un componente de ejemplos de realización de la invención.

En otros casos, puede ser deseable para la característica permanecer, al menos parcialmente, en su estado alterado. Los productos con formas abiertas muy estables pueden ofrecer características de muy larga duración para un requisito de comportamiento. Por lo tanto, las alteraciones permanentes o de larga duración del espectro de color de la característica tras la excitación UV es un aspecto adicional de por lo menos determinadas realizaciones de la invención. En muchos de los ejemplos descritos en esta memoria, puede utilizarse un material fosforescente en lugar de un material fluorescente. La diferencia principal entre estos materiales es que el material fosforescente sigue emitiendo radiación durante un corto período de tiempo después de que la iluminación de excitación (por ejemplo, UV) se haya detenido.

La realización de la figura 1 utiliza varias capas de material para lograr el efecto deseado. En esta realización, un pigmento reflectante (se muestra en rojo) se aplica a un sustrato (por ejemplo, papel de una moneda u otro objeto), seguido de la aplicación de un material que varía la absorción (material absorbente saturable o fotocromático), seguido de un pigmento fluorescente UV (se muestra en verde). Bajo la luz visible ambiental, el material fotocromático es transparente, y el material fluorescente UV es incoloro, por lo que el material del sustrato parece rojo para el observador. Cuando se expone a la luz UV, el material fluorescente comienza a emitir luz verde, que junto con el rojo reflejado, cambia la apariencia del sustrato a un color que representa una mezcla de estas longitudes de onda (rojo + verde). A medida que el material fotocromático empieza a oscurecerse, la luz se bloquea desde el pigmento rojo reflectante, y el color observado que se entrega al observador desde el sustrato contiene sólo la emisión fluorescente (es decir, verde). De este modo, el color rojo original del sustrato experimenta un desplazamiento de color (de rojo a amarillo a verde en este ejemplo) cuando el sustrato se expone a la radiación UV. Aunque se ha utilizado el rojo y el verde como colores representativos en este ejemplo, claramente se podrían utilizar otras longitudes de onda, incluyendo componentes de infrarrojos que proporcionarían el efecto de los sistemas de estudio de lectura de máquina.

El uso de un material absorbente saturable en lugar del material fotocromático provocaría de hecho que la capa intermedia entre los colores se aclarara de opaco a transparente produciendo un espectro de colores inducido por exposición que combina la emisión fluorescente (se muestra en verde) con el espectro reflejado (se muestra en rojo), y no sólo el color fluorescente. En este caso, la emisión presentada al observador empezaría con el color reflejado del material absorbente saturable, luego volvería a verde (fluorescencia), luego a amarillo cuando el material absorbente se desvanece y el rojo puede mostrarse a través. Aunque los conceptos siguientes se describen en términos de materiales fotocromáticos, los efectos también pueden inducirse con el uso de materiales absorbentes saturables utilizados en lugar de ellos.

Cabe señalar que, además de las líneas de emisión visibles, cada una de estas realizaciones puede incorporar líneas de emisión no visibles (UV e IR) que se pueden detectar con fotodetectores adecuados, proporcionando con ello una funcionalidad adicional para el material como característica de seguridad.

La realización de la figura 2 utiliza varias capas de material para lograr el efecto deseado. Una capa fluorescente (en rojo en la figura 2) se aplica al sustrato en primer lugar, seguido de una capa de material fotocromático (o material absorbente saturable), seguida de otra capa fluorescente (que se muestra en verde en la figura 2). Bajo condiciones de luz ambiental, tanto los pigmentos fluorescentes como la capa fotocromática serán nominalmente incoloros, posiblemente permitiendo incluso que una capa reflectante se muestre a través desde debajo de la capa fluorescente de color rojo. El espectro de color inicial presentado al observador tras la exposición a los rayos UV será de este modo una mezcla de fluorescencia a la vez de la capa fluorescente roja y la capa fluorescente verde (rojo + verde = amarillo). A medida que la capa fotocromática se oscurece, y comienza a reducirse tanto la excitación UV de la capa roja de debajo y su emisión, el espectro de color que se observa se desplazará de color amarillo (mezcla) a verde (capa superior).

Si se utiliza un material absorbente saturable en lugar de un material fotocromático, a continuación el espectro se desplazará en el orden inverso, es decir, de verde fluorescente a amarillo fluorescente ya que la fluorescencia roja está habilitada.

Esta realización tiene ventajas sobre la descrita en relación con la Figura 1, en cuanto que puede ser inducida por completo con luz UV en ausencia de luz visible.

La realización de la figura 3 utiliza varias capas de material para lograr el efecto deseado. En primer lugar se aplica una capa reflectante (se muestra en rojo) en el sustrato, seguida de una capa de material fotocromático (o material absorbente saturable) que experimenta un cambio desde transparente (una primera apariencia o propiedad óptica) a

- un color (una segunda apariencia o propiedad óptica) distinto al color gris o marrón (se muestra en azul), seguida de una capa fluorescente (se muestra en verde). Bajo iluminación ambiental el sustrato parece rojo para el observador. Cuando se expone a rayos UV, el espectro emitido desde el sustrato inicialmente será una combinación de rojo reflejado y verde fluorescente (amarillo). Como el material fotocromático un material adquiere su característico color azul, y suprime el rojo, el espectro de sustrato como se presenta al espectador consistirá en componentes desde la capa fluorescente (verde) y la capa fotocromática reflejada (azul). De este modo parecerá, por lo menos para este ejemplo, en apariencia desplazarse desde amarillo a color aguamarina.
- Si se utiliza un material absorbente saturable en lugar de un material fotocromático, y en esta capa se produce una transición desde azul reflejado a transparente, entonces el espectro de color se desplazará de aguamarina (verde fluorescente + azul reflejado) a amarillo (verde fluorescente + rojo reflejado).
- El ejemplo de la figura 4 utiliza varias capas de material para lograr el efecto deseado. La primera capa contiene un material fluorescente (se muestra en rojo), y la segunda capa contiene una capa fotocromática que cambia de transparente a azul. Ambas capas son incoloras con la iluminación ambiental, posiblemente permitiendo que una capa reflectante inferior se muestre a través. Con la exposición a los rayos UV, el espectro inicial emitido desde el sustrato parecerá de color rojo (desde una emisión fluorescente de color rojo). A medida que la capa fotocromática comienza a ponerse azul, suprime la fluorescencia roja y el espectro de color emitido por el sustrato se desplazará primero a púrpura (rojo + azul) y luego a azul.
- Al igual que con los ejemplos anteriores, se puede utilizar un material absorbente saturable o material absorbente saturable reversible en lugar o además de un material fotocromático para proporcionar un desplazamiento diferente en el espectro de color. Las características de combinación permitirían de este modo, por ejemplo, dos (o más) características en las mismas inmediaciones en un sustrato experimentar desplazamientos de color opuestos al mismo tiempo. Un ejemplo podría incluir una zona de desplazamiento de rojo a verde junto a una zona de desplazamiento de verde a rojo en el objeto mismo.
- El ejemplo de la figura 5 utiliza varias capas de material para lograr el efecto deseado. Una capa reflectante (rojo) se aplica al sustrato, seguida de una capa de material fotocromático (o material absorbente saturable reversible/saturable) que cambia a un color (se muestra en azul) bajo excitación UV. La luz ambiental que se refleja desde la superficie de la característica proporcionará emisión roja para el observador. Tras la exposición a los rayos UV, el color rojo se cambiará hacia el azul a medida que el material fotocromático se oscurece y comienza a reflejar azul tanto desde la lámpara de UV como desde la habitación.
- El ejemplo de la figura 6 utiliza varias capas de material para lograr el efecto deseado. Una capa fluorescente (se muestra en verde) se aplica al sustrato, seguida de una capa fotocromática (material absorbente saturable/ saturable reversible) que cambia a un color (se muestra azul) tras la excitación con rayos UV. Ambas capas son bastante incoloras y sin características bajo la luz ambiental, tal vez mostrando un pigmento reflectante por debajo de la capa de pigmento fluorescente. Cuando es excitada con rayos UV, la capa fluorescente empieza a absorber y emitir luz, proporcionando un espectro de colores para el observador que es en gran parte verde en el ejemplo de la Figura 6. A medida que la capa fotocromática empieza a oscurecerse y volverse azul, el espectro de color se desplaza al azul reflejado del ejemplo de la Figura 6.
- Una manera adicional en la que se puede utilizar esta característica es para filtrar una parte del espectro fluorescente de modo que otras partes de la misma continúan emitiendo. El control apropiado de la concentración del pigmento fotocromático en el soporte puede permitir una cierta cantidad de producción de la radiación UV a la capa fluorescente subyacente, lo que le permite absorber y emitir luz continuamente. La capa fotocromática coloreada por inducción UV puede seleccionarse para absorber sólo una parte de este espectro, dejando pasar el resto. De esta manera, la fluorescencia de la capa de debajo siempre puede constituir una parte del espectro dinámico, tanto antes como después de los cambios de la capa fotocromática entre sus propiedades ópticas.
- El ejemplo de la figura 7 utiliza varias capas de material para lograr el efecto deseado. Bajo la luz ambiental el sustrato emite un espectro reflejado (se muestra rojo) para el observador. Bajo la excitación UV, la capa fotocromática se oscurece y el espectro rojo reflejado disminuye de intensidad. El color no cambia en cuanto a espectro pero el brillo del color sí lo hace.
- El ejemplo de la figura 8 utiliza varias capas de material integrado en partículas individuales para lograr el efecto deseado. Mediante la integración de todos o algunos de los resultados de capas en un conjunto en una partícula heterogénea, en lugar de separar cada característica en diferentes partículas, se puede reducir el requisito de impresión/aplicación de múltiples capas de material, simplificando con ello el proceso de aplicación.
- Este pigmento contiene un núcleo interno reflectante (se muestra en color rojo), revestido con un material fotocromático que cambiará (de manera reversible) de transparente a color (se muestra en azul para la partícula 82 o en verde para la partícula 84) cuando se expone a la radiación ultravioleta de la longitud de onda y la intensidad adecuadas. Las partículas se aplican al sustrato de manera y cantidad suficientes para lograr el efecto deseado en las condiciones de exposición necesarias. La partícula 80 muestra la apariencia de la partícula en la iluminación ambiental (por ejemplo, bombillas incandescentes o tubos fluorescentes convencionales), que carece de una

suficiente cantidad de radiación UV o longitudes de onda para provocar la fluorescencia o para provocar el oscurecimiento del material fotocromático.

El ejemplo de la figura 9 integra múltiples funcionalidades espectrales en un sistema de partículas en capas. Esta partícula consiste en un núcleo interior fluorescente (se muestra en amarillo en la partícula 90), revestido con una capa fotocromática que cambia a un color (se muestra en azul en la partícula 92) u se oscurece (se muestra en gris en la partícula 94). El núcleo puede tener una forma sustancialmente esférica, y la capa fotocromática puede ser una envoltura que rodea el núcleo. En condiciones normales de iluminación ambiental la partícula es relativamente incolora, lo que le permite no ser evidente para un observador. Sus propiedades de falta de color en luz ambiental también permiten que pueda ser revestido sobre las regiones reflectantes, que están destinadas a ser de color para un propósito designado. Cuando se expone a la radiación UV, los pigmentos incoloros empiezan a fosforescer (amarillo), como en la partícula 90 y los materiales fotocromáticos empiezan a continuación a oscurecer o cambiar de color para producir la partícula resultante 92 o 94.

Los materiales fotocromáticos que cambian de color pueden actuar como un filtro para la luz fluorescente, absorbiendo parte de ella y transmitiendo otras bandas de frecuencia con el fin de hacer que el espectro inicial (amarillo) se desplace a verde (como en el caso de la partícula 92) ya que el componente rojo del espectro de múltiples componentes se absorbe y el verde se transmite. Los materiales fotocromáticos que se oscurecen en más de una manera de densidad neutra (espectro amplio), en vez de filtrar las bandas específicas, se pueden utilizar para reducir el brillo general del pigmento. Así, el efecto sería reducir el brillo del color original en vez de cambiarlo mucho (que se muestra como el caso de la partícula 92).

El núcleo se puede formar utilizando cualquiera de un abanico de métodos para la formación de una sustancia portadora con un pigmento tal como un cromóforo fluorescente. Ejemplos de tales métodos se describen en los siguientes artículos: "*Monodisperse Colloidal Silica Spheres from Tetraalkoxysilanes*:(Esferas de Silicio Coloidal Monodispersadas a partir de Tetra alcoxisilano): *Partial Formation and Growth Mechanism*" (Formación parcial y mecanismo de crecimiento), A. Van Blaaderen, J. Van Geest, y A. Vrij, *Journal of Colloid and Interface Science* (Diario de la Ciencia de interfaz y coloides), 154:2, (diciembre de 1992); y "*Synthesis and Characterization of Colloidal Dispersions of Fluorescent, Monodisperse Silica Spheres*" (Síntesis y caracterización de dispersiones coloidales de esferas de sílice fluorescentes monodispersas), A. Van Blaaderen y A. Vrij *Langmuir*, 8:12, (1992). La envoltura se puede formar usando cualquiera de un abanico de métodos para depositar o precipitar los materiales de la envoltura sobre el núcleo. Ejemplos de métodos para la formación de la envoltura se describen en: "*Photochromic Behaviour of a Spiroben-zopyran chemisorbed on a Colloidal Silica Surface*" (Comportamiento fotocromático de un compuesto espirobenzopiránico absorbido químicamente en una superficie de sílice coloidal," M. Ueda, K. Kudo y K. Ichimura, *J. Mater. Chem*, 5:7, págs. 1007-1011 (1995).; y "*Luminescence Lifetime Temperature Sensing Based on Sol-Gels and Poly(acrylonitrile)s Dyed with Ruthenium Metal-Ligand Complexes*" (Detección de Temperatura en la vida útil de la luminiscencia basada Sol-Gel y Poli (acrilonitrilo) teñidos con complejos de rutenio metal-ligando", G. Liebsch, I. Klimant, y O.S. Wolfbeis, *Advanced Materials* (Materiales Avanzados), 11:15 (1999).

El ejemplo de la figura 10 integra múltiples funcionalidades espectrales en un sistema de partículas en capas. La partícula contiene un núcleo interior fluorescente (se muestra en rojo), cubierto con una capa fotocromática (material absorbente saturable/saturable reversible), cubierta con una segunda capa fluorescente (se muestra en verde). El núcleo puede tener una forma sustancialmente esférica; y la capa fotocromática puede ser una envoltura que rodea el núcleo, y la capa fluorescente puede ser otra envoltura que rodea la primera envoltura. Bajo iluminación ambiental normal, la partícula podría ser relativamente incolora, lo que le permite ser fácilmente integrada sobre un sustrato con otras características reflectantes. Tras la exposición a la radiación UV, ambas capas fluorescentes comenzarían a absorber los rayos UV y emitir sus respectivos colores, creando en este caso amarillo. Con la exposición a los rayos UV, la capa fotocromática se oscurecerá, bloqueando a la vez algo de la luz de excitación y la fluorescencia del núcleo. Un desplazamiento desde el color amarillo (fluorescencia mezclada de color rojo y verde) hacia el verde sería el resultado gradual de una zona aplicada de tales partículas, expuesta de este modo a los rayos UV.

El ejemplo de la figura 11 integra una parte o toda la funcionalidad dinámica de cambio de color en un sistema de partículas mezcladas. El sistema contiene dos (o más) partículas fundamentales separadas. Un grupo de ellas imparte la funcionalidad reflectante o fluorescente (rojo) a la mezcla, y uno imparte la funcionalidad fotocromática a la mezcla. Cuando se ve en condiciones de luz ambiental, el sistema de partículas mezcladas refleja el espectro de color de las partículas reflectantes (rojo). Cuando se expone a los rayos UV, cualquier partícula fluorescente en la mezcla comenzará a presentar fluorescencia, y las partículas fotocromáticas comenzarán a oscurecerse y reducir la luz disponible para reflejarse desde las partículas de pigmento reflectantes y para excitar la fluorescencia. De este modo, la exposición UV hace que el espectro de colores fluorescentes y/o reflejados disminuya de brillo.

También podrían integrarse materiales absorbentes saturables y saturables reversibles (s/rs) en el sistema de partículas mezcladas provocándole que se desplace desde un color más oscuro a un color reflejado/fluorescente a medida que las transiciones saturadas y los materiales absorbentes s/rs se vuelven transparentes.

El ejemplo de la figura 12 integra una parte o toda la funcionalidad dinámica de cambio de color en un sistema de partículas mezcladas. El sistema utiliza una o más partículas fluorescentes mezcladas, en una proporción adecuada, con partículas fotocromáticas (material absorbente s/rs) que son independientes de las partículas fluorescentes. El

material fotocromático cambia a un color (se muestra en azul) con la exposición a los rayos UV, creando un filtro para algunas de las líneas de emisión fluorescentes. Bajo iluminación ambiental normal, este sistema podría estar cerca de la falta de color que le permite integrarse en características reflectantes sobre un sustrato sin ser muy apreciable.

5 Con la excitación UV, las partículas fluorescentes comenzarán a emitir luz en sus longitudes de onda características. A medida que el material fotocromático empezará a cambiar "sus propiedades de absorción, normalmente con un tiempo de respuesta un poco más largo en el orden de unos segundos, comenzará a bloquear algo de radiación UV de las partículas fluorescentes, y a filtrar algo de la fluorescencia emitida. Este cambio en la absorción de las partículas fotocromáticas por lo tanto alterará los componentes espectrales de la luz que se entregan al observador desde los materiales fluorescentes. Además, las partículas fotocromáticas contribuirán con una reflectividad alterada (se muestra en azul) al espectro de color que se observa entregado al observador.

10 Al igual que con los otros ejemplos, es posible integrar líneas de emisión no visibles en las partículas de emisión de luz (material fluorescente) para aumentar su utilidad como pigmentos de seguridad, como tal las líneas invisibles por lo general sólo pueden ser detectadas con medios electrónicos (fotodetectores), y no con el ojo.

15 El ejemplo de la figura 13 integra una parte o toda la funcionalidad dinámica de cambio de color en un sistema de partículas mezcladas. El sistema integra dos o más pigmentos que presentan fluorescencia bajo rayos UV, pero que tienen diferentes constantes de tiempo para su emisión, tal como un material fluorescente (como un pigmento) y un material fosforescente (como otro pigmento). Bajo condiciones normales de iluminación ambiental, estas partículas pueden tener poco o ningún color observable haciéndoles adecuadas para estar sobre laminados (o revestimientos) en tintas, revestimientos y sustratos reflectantes. Cuando se exponen a los rayos UV, las partículas comienzan a absorber la luz y, posteriormente, vuelven a emitir la luz en sus bandas de longitud de onda correspondientes. Tras el cese de la exposición a rayos UV, la emisión fluorescente disminuye rápidamente, del orden de nanosegundos, pero los materiales fosforescentes continúan emitiendo durante un rato. Por lo tanto, un sustrato que inicialmente sólo refleja la luz, puede ser inducido a emitir un espectro de colores mezclados bajo la excitación UV directa, seguido de un espectro diferente (posiblemente también mezclado) después de que se haya retirado el espectro de rayos UV.

25 Al igual que con los ejemplos anteriores descritos en este documento, se pueden integrar múltiples efectos de cambio de color inducidos por rayos UV en un sustrato muy de cerca para proporcionar no sólo las características mejoradas, sino también otras interesantes. La colocación en patrón de múltiples funciones en, por ejemplo, círculos concéntricos, rayas, cuadros y cuadrados, etc. puede proporcionar indicios únicos que se pueden utilizar para identificar o autenticar el objeto que incluye los indicios.

30 El ejemplo de la figura 14 utiliza varias capas de material para lograr el efecto deseado. Una primera capa de partículas fluorescentes con constante de tiempo de emisión τ_1 , se aplica a un sustrato, seguida por una segunda capa de material fluorescente (por ejemplo, un material fosforescente) con constante de tiempo de emisión τ_2 no igual a τ_1 . Se pueden aplicar capas adicionales para ser más de dos. Los pigmentos pueden ser casi invisibles a la luz ambiental que les permite ser aplicados al sustrato con otros pigmentos sin apartarse de ellos. Cuando se exponen a los rayos UV, todas las capas empezarán a emitir sus espectros de emisión característicos teniendo como resultado un espectro mezclado presentado a un observador. Con el cese de los rayos UV, el espectro de color cambiará a medida que uno a uno los materiales de emisión de constante de tiempo más corta dejen de emitir luz. Este ejemplo permite un sistema que cambia de uno a por lo menos otro color, a medida que se retira de la iluminación UV.

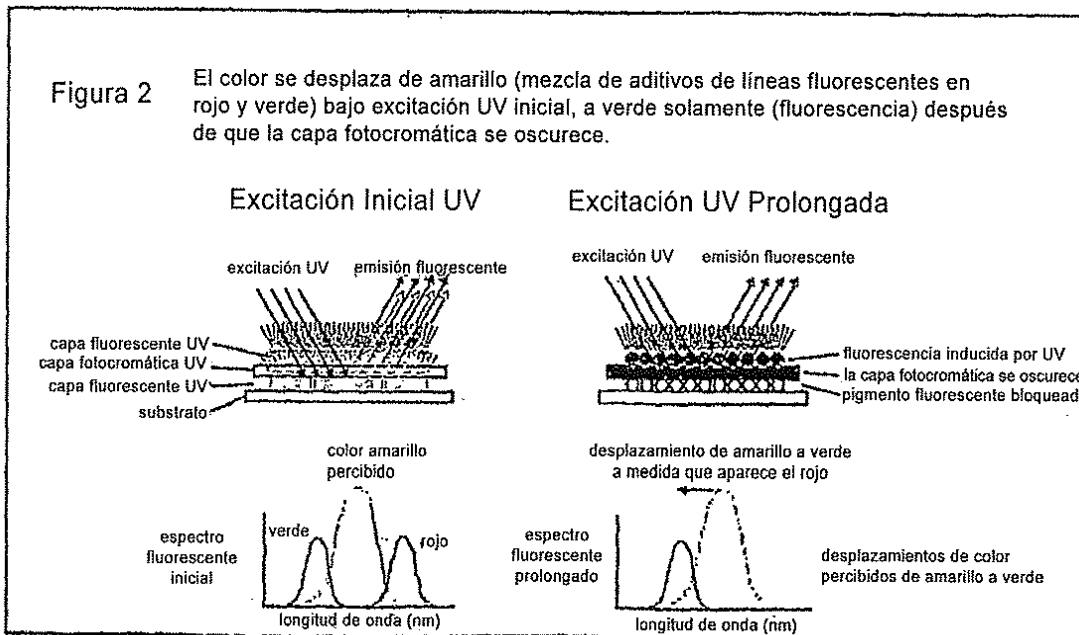
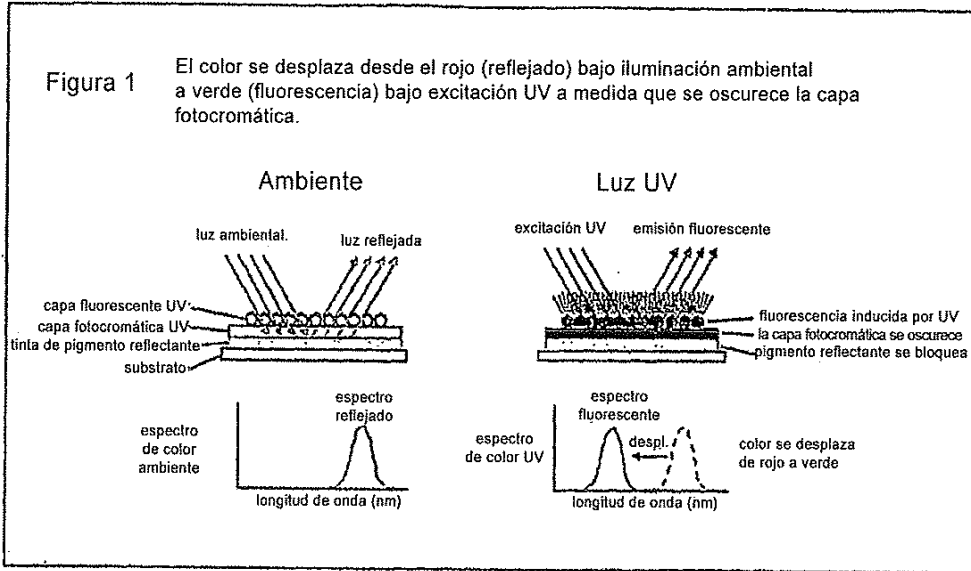
40 El ejemplo de la figura 15 integra múltiples funcionalidades espectrales en un sistema de partículas en capas para lograr una respuesta dinámica a los rayos UV. Utiliza dos o más capas fluorescentes con constantes de tiempo τ_1 y τ_2 , donde $\tau_1 \gg \tau_2$. Con excitación UV, todos los materiales fluorescentes emiten luz en sus bandas de longitud de onda características devolviendo un espectro mezclado al observador. Tras el cese de la radiación UV, el material de vida más corta τ_2 (se muestra en verde) se desvanece, mientras que el material más fosforescente τ_1 (se muestra en rojo) sigue brillando durante un cierto período de tiempo. Así, el color del sustrato parece desplazarse desde el amarillo (rojo + verde) a rojo cuando el material se expone y luego se retira de la fuente de los rayos UV.

45 El ejemplo de la figura 16 utiliza un espectro de emisión dependiente de la intensidad como característica. Una partícula monolítica, que responde a la luz ultravioleta concentrada mediante la emisión de un primer espectro de colores, que cambia a medida que se reduce la intensidad de la excitación (desenfocado) es la base para este ejemplo. La partícula se integra en el sustrato utilizando un soporte adecuado. Cuando se expone a la luz ultravioleta enfocada emite un espectro característico que incluye transiciones que requieren que sea inducida una mayor intensidad. A medida que el foco de la luz ultravioleta se mueve más allá de la superficie del sustrato, y la intensidad se reduce, cambia el espectro de color de la emisión. Las partículas o capas utilizadas en los ejemplos de la figura 16 pueden ser creadas por la formación de partículas o capas que incluyen dos (o más) cromóforos fluorescentes, uno de los cuales tiene una eficacia muy superior (en la conversión de radiación UV recibida en emisiones fluorescentes) que los otros cromóforos fluorescentes. El cromóforo fluorescente de mayor eficiencia presentará fluorescencia mucho mayor que el cromóforo fluorescente de menor eficiencia y desplazará el espectro de color de salida resultante hacia el color del cromóforo fluorescente de mayor eficiencia cuando la intensidad de la iluminación sea baja (por ejemplo, una fuente de luz UV desenfocada) y cuando la intensidad de la iluminación sea alta, el cromóforo fluorescente de menor eficiencia contribuirá más con su color al espectro de color de salida resultante.

60

REIVINDICACIONES

1. Un objeto que comprende:
- un sustrato;
 - un pigmento acoplado con el sustrato;
- 5 - un material que varía la absorción acoplado con el pigmento; y
- un material fluorescente acoplado con el pigmento
- donde el pigmento, el material que varía la absorción y el material fluorescente están acoplados en capas sobre el sustrato,
- 10 y donde el pigmento está formando capas sobre el sustrato, el material que varía la absorción está formando capas sobre el pigmento y el material fluorescente está formando capas sobre el material que varía la absorción.
2. El objeto definido en la reivindicación 1, en el que las capas forman motivos sobre el sustrato.
3. El objeto definido en la reivindicación 1, en el que el pigmento es una mezcla de múltiples pigmentos.
4. El objeto definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material que varía la absorción es una sustancia fotocromática.
- 15 5. El objeto definido en la reivindicación 4, en el que la sustancia fotocromática es orgánica.
6. El objeto definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el material que varía la absorción es un absorbente saturable.
7. El objeto definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el material que varía la absorción es un reflectante saturable.
- 20 8. El objeto definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material fluorescente emite luz visible tras la absorción de luz UV.
9. El objeto definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material fluorescente emite luz infrarroja tras la absorción de luz UV.
10. El objeto definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el objeto es una moneda.
- 25 11. Sistema o indicios para usar como característica de seguridad o identificación en un sustrato, que comprenden:
- un pigmento;
 - un material que varía la absorción acoplado con el pigmento; y
 - un material fluorescente acoplado con el pigmento,
- 30 donde el pigmento, el material que varía la absorción y el material fluorescente están acoplados en capas sobre el sustrato,
- y donde el pigmento está formando capas sobre el sustrato, el material que varía la absorción está formando capas sobre el pigmento y el material fluorescente está formando capas sobre el material que varía la absorción.
12. Sistema o indicios definidos en la reivindicación 11, que además comprenden las características adicionales de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9.
- 35 13. Un método para autenticar un objeto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, comprendiendo el método:
- exponer el objeto a luz UV, y
 - observar el cambio que se produce con el tiempo en una respuesta óptica de los indicios.



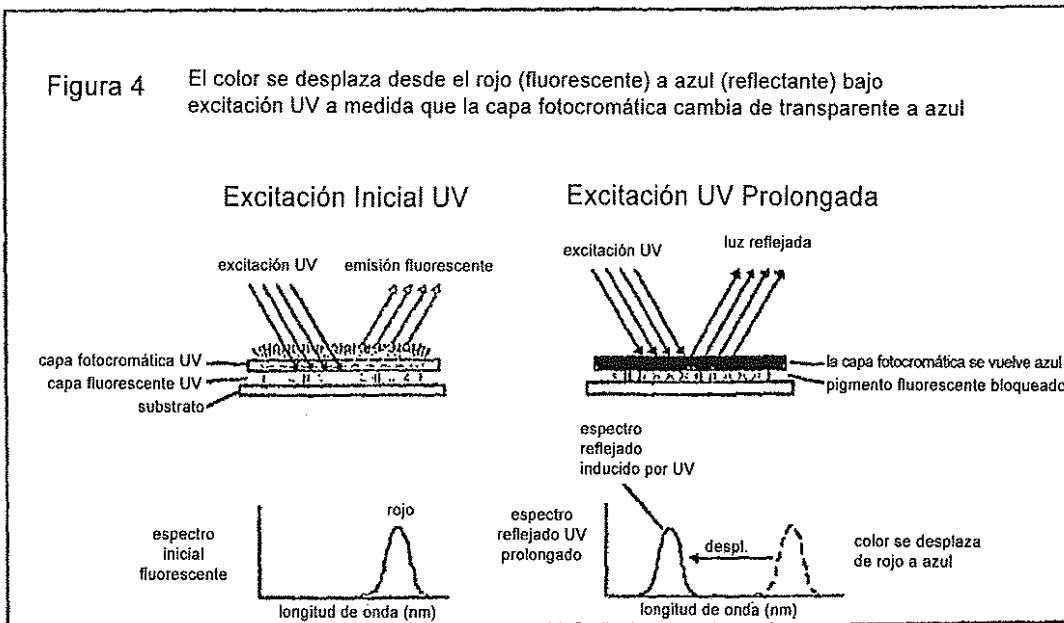
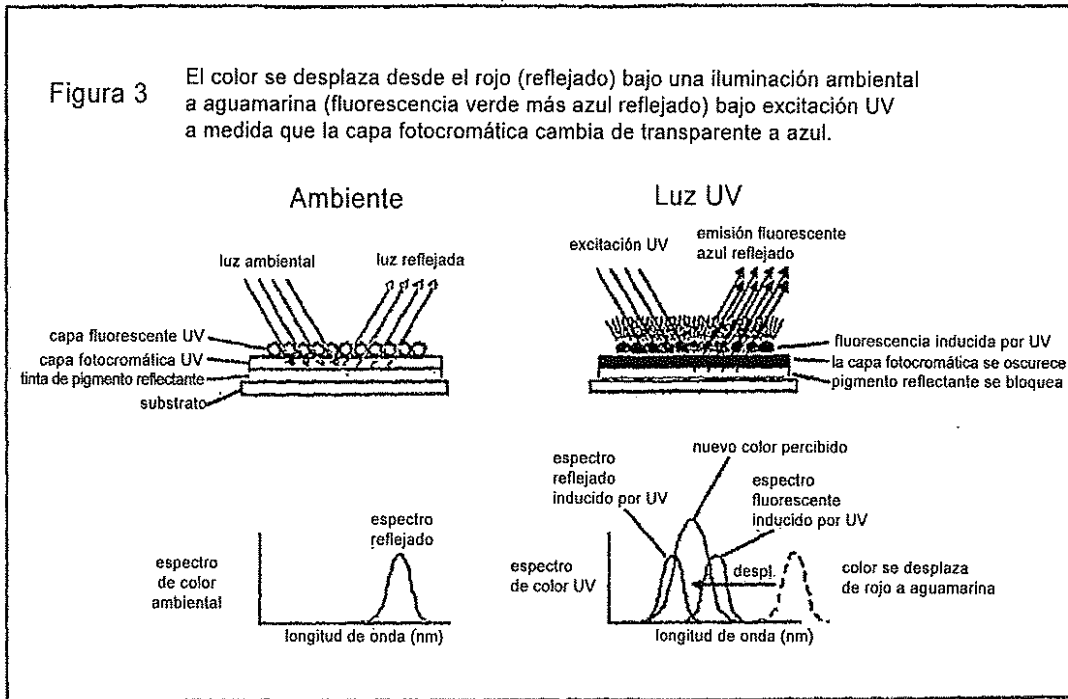


Figura 5 El color se desliza desde el rojo (reflectante) a azul (reflectante) bajo excitación UV a medida que la capa fotocromática cambia de transparente a azul.

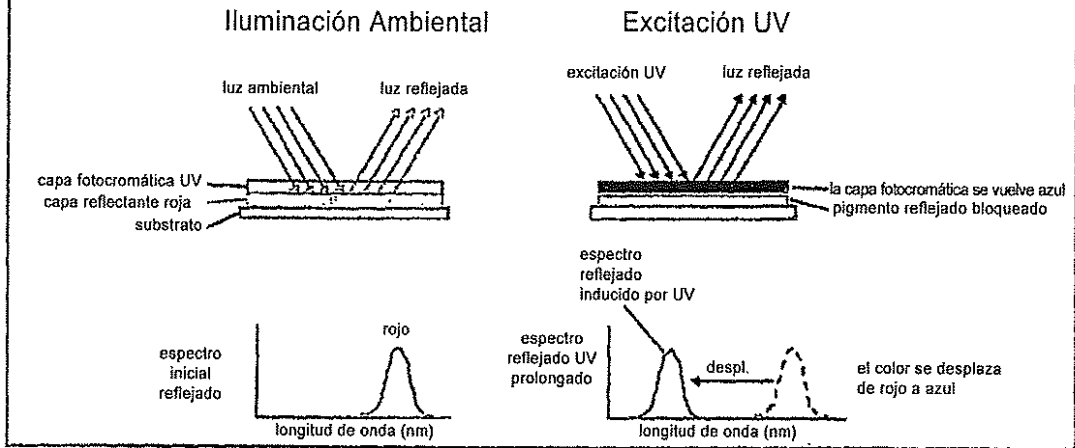


Figura 6 El color cambia desde verde (fluorescente) a azul (reflectante) bajo excitación UV prolongada a medida que la capa fotocromática cambia de transparente a azul.

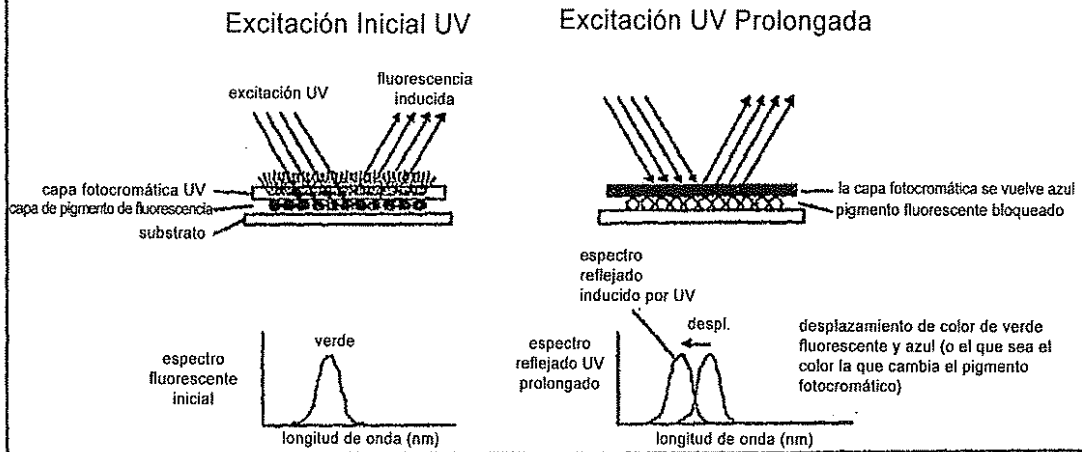


Figura 7 El color se desplaza de rojo brillante (reflectante) a rojo atenuado (reflectante) bajo excitación UV a medida que la capa fotocromática se oscurece y se reduce la cantidad de luz disponible para impactar y reflejarse desde la superficie

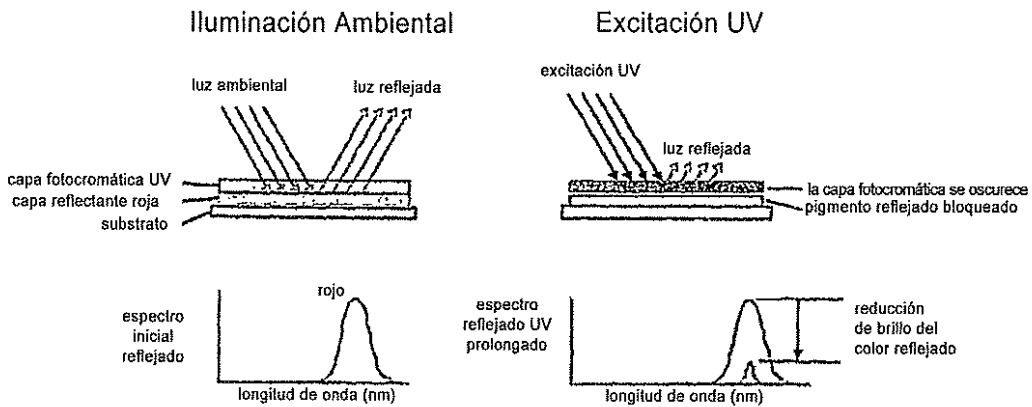


Figura 8 El color se desplaza desde rojo (reflectante) a azul/verde (reflectante) bajo excitación UV a medida que la capa fotocromática exterior de la partícula de pigmento cambia de transparente a coloreada

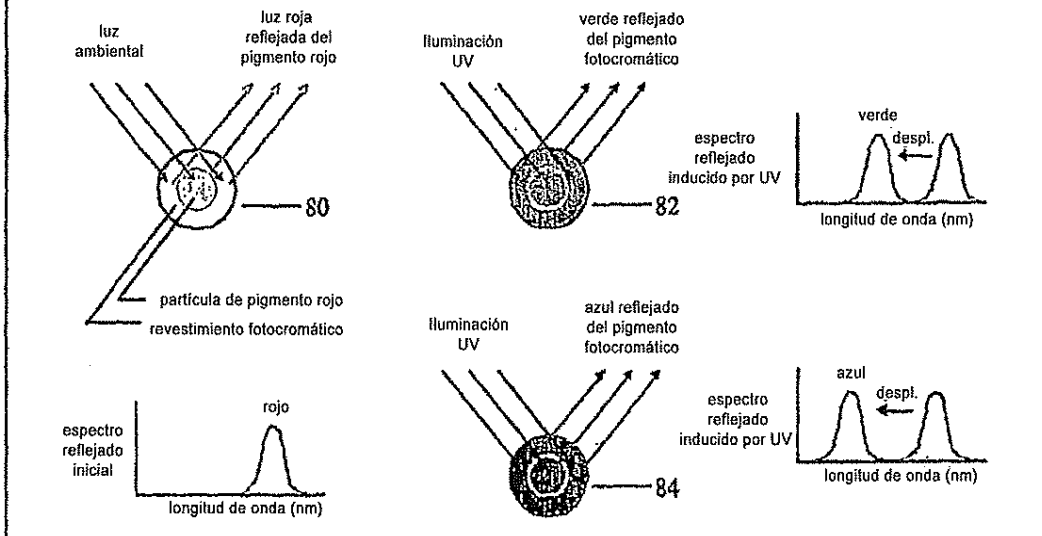


Figura 9

El color se desplaza desde un primer color fluorescente a un segundo color fluorescente más débil bajo la excitación UV a medida que la capa fotocromática exterior de la partícula de pigmento cambia de transparente a coloreada y absorbe una parte del espectro fluorescente original.

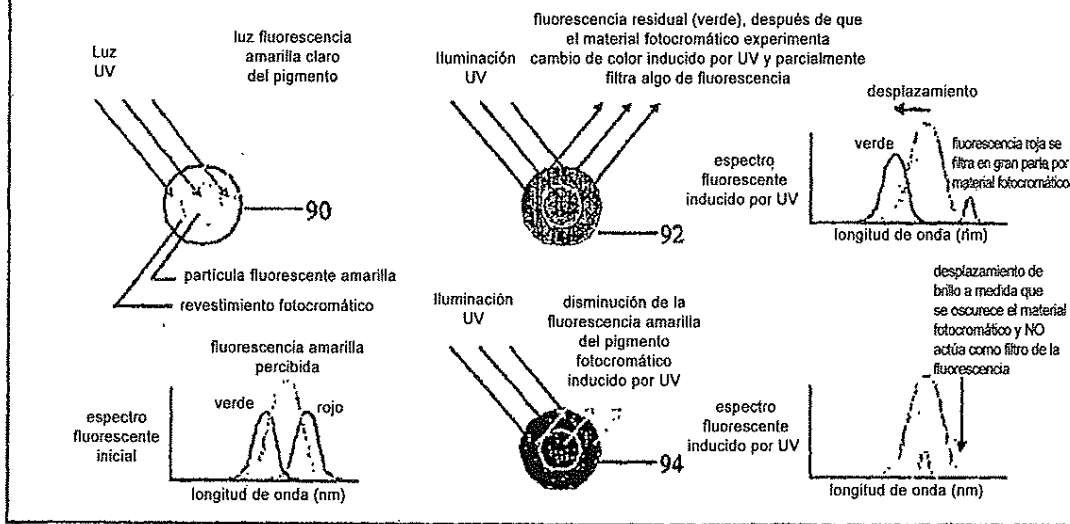


Figura 10

El color se desplaza desde un primer color fluorescente (mezcla secundaria) a un solo segundo color bajo la excitación UV a medida que la capa intermedia fotocromática de partículas de pigmento cambia de transparente a color y absorbe la energía de excitación UV.

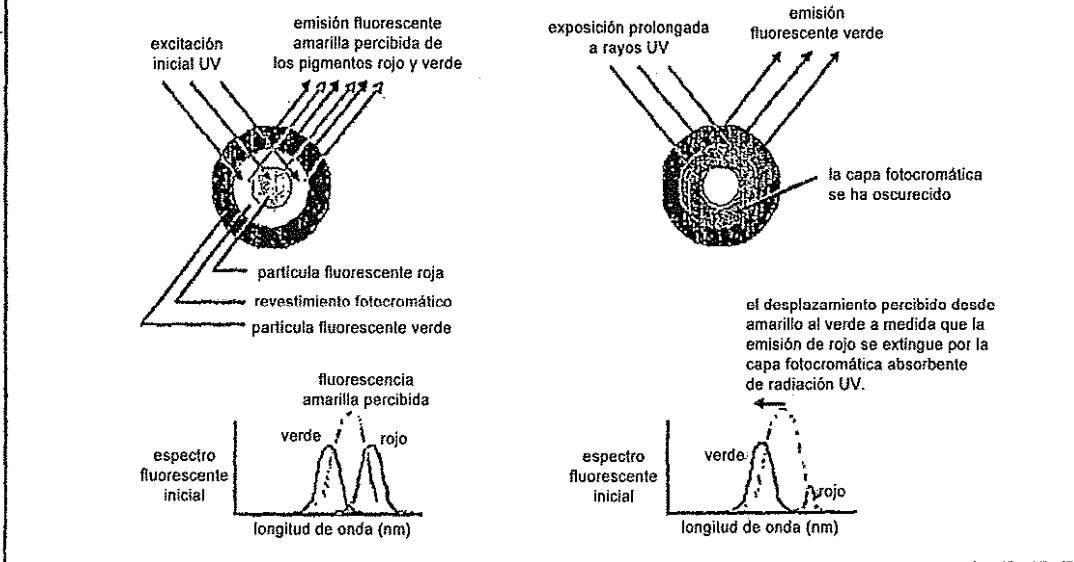


Figura 11 El brillo de un color fluorescente (o reflejado) es atenuado a medida que las partículas de pigmento fotocromático se oscurecen bajo excitación UV.

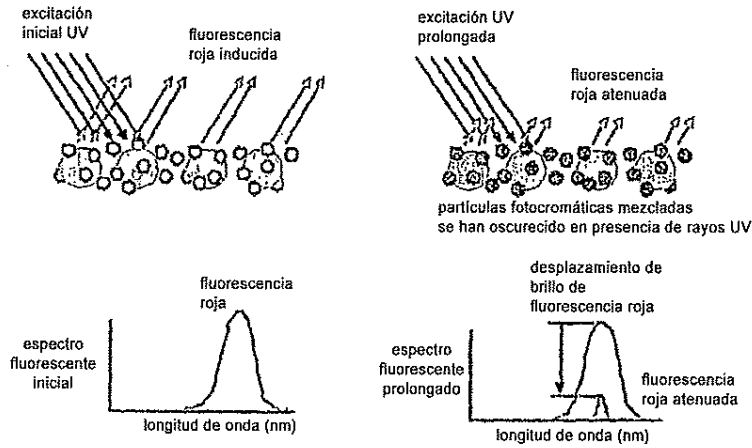


Figura 12 El color se desplaza de un solo color fluorescente (primario) a un color combinado fluorescente/reflejado a medida que las partículas fotocromáticas de pigmento cambian de color bajo excitación UV.

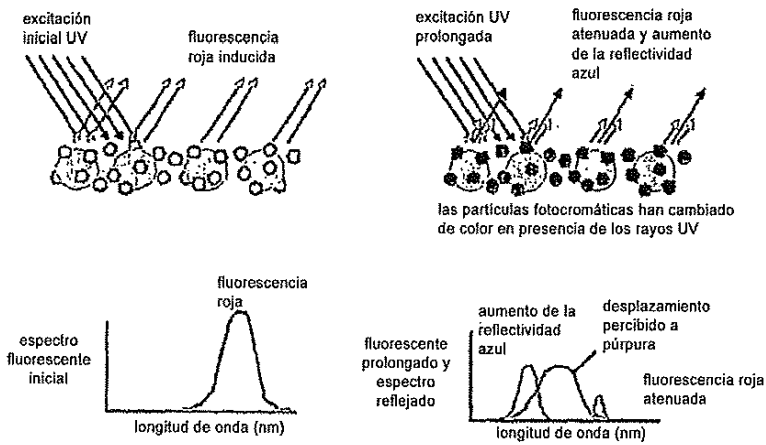


Figura 13: La emisión de color cambia desde un espectro mezclado (fluorescencia más fosforescencia) a un espectro que contiene una emisión fosforescente de constante de tiempo más larga en una composición de partículas mezcladas.

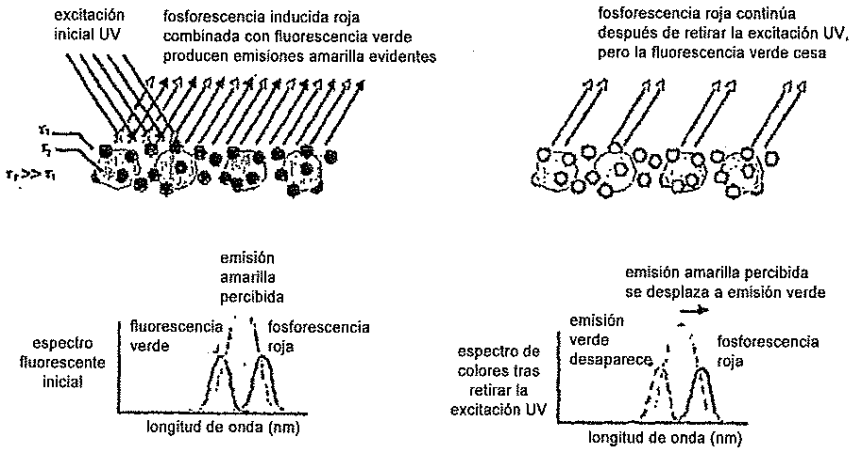


Figura 14: La emisión de color cambia desde un espectro mezclado (fluorescencia más fosforescencia) a un espectro que contiene una emisión fosforescente de constante de tiempo más larga en una composición de tintas por capas.

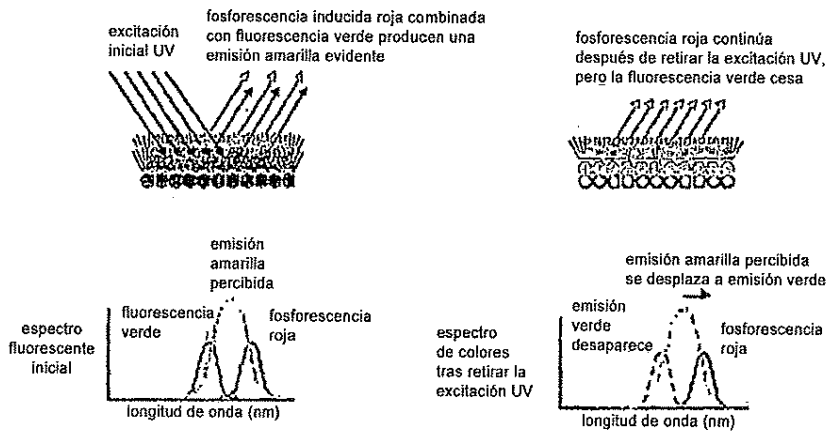


Figura 15: La emisión de color cambia desde un espectro mezclado (fluorescencia más fosforescencia) a un espectro que contiene una emisión fosforescente de constante de tiempo más larga en una partícula revestida.

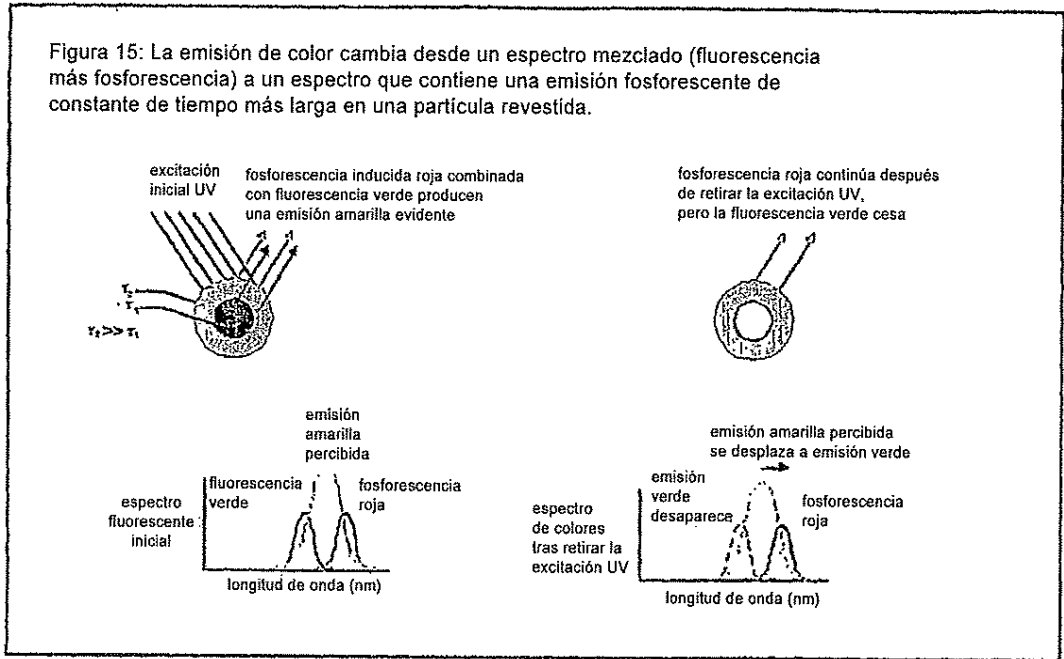


Figura 16: La emisión de color cambia en una partícula de pigmento monolítica en función de la intensidad de la excitación debido a la dinámica ecuación de régimen y/o comunicación cruzada entre los iones co-dopados, por ejemplo, convertidores ascendentes de desplazamiento de color

