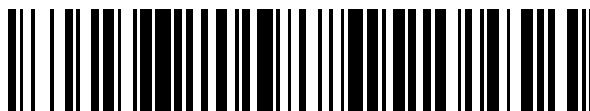


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 110**

51 Int. Cl.:

G02F 1/17 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2013** **E 13746148 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016** **EP 2812751**

54 Título: **Película SPD con transmitancia de estado bloqueado más oscura y película SPD con transmitancia de estado pasante más clara**

30 Prioridad:

10.02.2012 US 201261597596 P

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

11.10.2016

73 Titular/es:

**RESEARCH FRONTIERS INCORPORATED
(100.0%)
240 Crossways Park Drive Woodbury
New York 11797, US**

72 Inventor/es:

**CHEN, XIAO-PING;
SLOVAK, STEVEN, M. y
VAN VOORHEES, SETH**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 586 110 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

Película SPD con transmitancia de estado bloqueado más oscura y película SPD con transmitancia de estado pasante más clara

Solicitud relacionada

- 5 La presente solicitud se basa en la solicitud de patente provisional estadounidense con nº de serie 61/597.596, presentada el 10 de febrero de 2012 y titulada "SPD FILMS WITH DARKER OFF-STATE TRANSMITTANCES AND LIGHTER ON-STATE TRANSMITTANCES" y reivindica prioridad sobre la misma.

Campo de la invención

- 10 La invención va dirigida a películas y laminados de películas para ser usados en válvulas luminosas que comprenden suspensiones líquidas de partículas y emulsiones de las mismas, válvulas luminosas que en la presente memoria son generalmente denominadas dispositivos de partículas suspendidas o válvulas luminosas SPD, o simplemente SPD. Las películas SPD se formaban a partir de emulsiones (denominadas a veces emulsiones SPD) que se formulaban para producir películas SPD con transmitancias de estado bloqueado muy oscuras. Otras emulsiones SPD eran formuladas para producir películas SPD con transmitancias de estado pasante muy altas.

Antecedente general

- 15 Las válvulas luminosas SPD se conocen desde hace más de setenta años para su uso en la modulación de la luz. Tales válvulas luminosas han sido propuestas para su uso en numerosas aplicaciones durante ese tiempo, incluyendo, por ejemplo, dispositivos de visualización alfanuméricos y pantallas de televisión; filtros para lámparas, cámaras, dispositivos de visualización y fibras ópticas; y ventanas, techos solares, juguetes, parasoles, gafas, gafas de submarinismo, espejos, tubos lumínicos y similares, para controlar la cantidad de luz que los atraviese o se refleja en los mismos, según sea el caso. Ejemplos de ventanas incluyen, sin limitación, ventanas arquitectónicas para edificios comerciales, invernaderos y residencias, ventanas, parasoles y techos solares para vehículos de automoción, barcos, trenes, aviones y naves espaciales, ventanas para puertas, incluyendo mirillas, y ventanas para aparatos tales como hornos y neveras, incluyendo los compartimentos de los mismos. Las válvulas luminosas del tipo descrito en la presente memoria también se denominan, según se ha indicado anteriormente, dispositivos de partículas suspendidas o SPD.

- 20 Según se usa en la presente memoria, la expresión "válvula luminosa" describe una célula formada por dos paredes que están separadas entre sí una pequeña distancia, siendo transparente al menos una pared. Las paredes tienen electrodos en las mismas, habitualmente en forma de revestimientos transparentes eléctricamente conductores. Los revestimientos están formados comúnmente, pero no necesariamente, de óxido de indio y estaño. Los revestimientos eléctricamente conductores pueden ser depositados sobre las paredes siguiendo patrones para que puedan activarse de manera selectiva diferentes segmentos de la válvula luminosa. Además, los electrodos en las paredes pueden tener recubrimientos extra sobre las mismas. La célula contiene un elemento fotomodulador (a veces denominado en la presente memoria material activable) que puede ser, sin limitación, bien una suspensión líquida de partículas, o bien la totalidad o una porción de todo el elemento puede comprender una película de plástico en la que hay distribuidas gotitas de una suspensión líquida de partículas.

- 30 La suspensión líquida (a veces denominada en la presente memoria suspensión líquida de válvula luminosa o suspensión de válvula luminosa) comprende pequeñas partículas suspendidas en un medio líquido de suspensión. En ausencia de un campo eléctrico aplicado, las partículas en la suspensión líquida adoptan posiciones aleatorias debidas al movimiento browniano. Por ende, un haz de luz que pase al interior de la célula es reflejado, transmitido o absorbido, dependiendo de la estructura de la célula, de la naturaleza y la concentración de las partículas y del contenido energético de la luz. Así, la válvula luminosa es relativamente oscura en el estado BLOQUEADO. Sin embargo, cuando se aplica un campo eléctrico a través de la suspensión líquida de válvula luminosa en la válvula luminosa, las partículas se alinea y, para muchas suspensiones, la mayor parte de la luz puede atravesar la célula.
- 45 Así, la válvula luminosa es relativamente transparente en el estado PASANTE. Se define la ΔT como la diferencia en la transmisión de la luz visible entre los estados PASANTE y BLOQUEADO en términos de puntos de porcentaje.

- 50 Para muchas aplicaciones es preferible que todo o parte del material activable, es decir, el elemento fotomodulador, sea una película de plástico en vez de una suspensión líquida. Por ejemplo, en una válvula luminosa usada como ventana de transmisión variable de la luz, una película de plástico en la que hay distribuidas gotitas de suspensión líquida es preferible a una suspensión líquida sola, porque pueden evitarse los efectos de la presión hidrostática — por ejemplo, el abultamiento asociado con una columna alta de suspensión de válvula luminosa— mediante el uso de una película, y también puede evitarse el riesgo de una posible fuga. Otra ventaja del uso de una película de plástico es que, en una película de plástico, las partículas están generalmente presentes solo dentro de gotitas muy pequeñas y, por ende, no se aglomeran de forma apreciable cuando la película es activada reiteradamente con una tensión.
- 55

Una película de válvula luminosa (también denominada a veces en la presente memoria película SPD), según se usa en la presente memoria, significa una película o lámina, o más de una de las mismas, que comprenden una suspensión de partículas usada o prevista para su uso en una válvula luminosa SPD. Tal película de válvula luminosa suele comprender una fase discontinua de gotitas de un líquido o líquidos que comprenden partículas dispersas (suspensión líquida de válvula luminosa), estando dispersa tal fase discontinua en una fase matricial continua sólida, estando encerradas dichas fases dentro de una o más películas o láminas sólidas rígidas o flexibles. Las susodichas fases combinadas son denominadas emulsión SPD curada, que puede formar parte de una película de válvula luminosa, a veces también denominada película o capa de película. La película de válvula luminosa y/o el laminado de la película de válvula luminosa también pueden comprender una o más capas adicionales, tal como, sin limitación, una película, un revestimiento o una lámina o una combinación de los mismos, que pueden dotar a la película de válvula luminosa de uno o más de, por ejemplo, (1) resistencia al rayado, (2) protección de la radiación ultravioleta, (3) reflejo de la energía infrarroja, (4) conductividad eléctrica para transmitir un campo eléctrico o magnético aplicado al material activable, (5) recubrimientos dieléctricos extra, es decir, para proporcionar protección de aislamiento contra cortocircuitos, (6) tinción cromática y (7) control acústico.

Una construcción común (pero no limitante) para una película SPD tiene cinco capas, concretamente, de un lado al otro: (1) una primera lámina de plástico de tereftalato de polietileno ("PET"), convenientemente de 127-178 μm de grosor, (2) un revestimiento conductor muy delgado transparente eléctricamente conductor (normalmente de óxido de indio y estaño ("ITO")), que actúa o es capaz de actuar como un electrodo sobre dicha primera lámina de PET, (3) una capa de emulsión SPD curada (es decir, reticulada), habitualmente de 51-127 μm de grosor y, (4) un segundo revestimiento (normalmente ITO) que actúa o es capaz de actuar como un electrodo sobre (5) un segundo sustrato plástico de PET. Según se ha afirmado anteriormente, pueden añadirse opcionalmente capas adicionales que proporcionen otras otras funciones a la película SPD de cinco capas que se acaba de describir. Normalmente, se fijan a los electrodos una hoja de cobre, tejido conductor o similares para que se extiendan más allá del perímetro de la película SPD para una conexión conveniente a una fuente adecuada de tensión. Además, la película SPD puede ser laminada (véase la patente estadounidense nº 7.361.252, cedida al cesionario de la presente invención), por ejemplo entre películas de adhesivo de termoimpregnación transparente y/o láminas de vidrio o de plástico transparente más grueso para proporcionar resistencia y rigidez y para proteger diversas partes de la unidad combinada contra tensiones ambientales que, de lo contrario, pueden dañar sus características de rendimiento.

La energía eléctrica para accionar la válvula luminosa y la película puede proceder de cualquier fuente convencional o no convencional. Por ejemplo, el cesionario de la presente invención ha demostrado públicamente el funcionamiento de una película SPD y una válvula luminosa alimentadas por energía fotoeléctrica/fotovoltaica que puede derivarse de la energía solar o de una fuente alternativa de luz, tal como una lámpara.

La patente estadounidense nº 5.409.734 ejemplifica un tipo de película de válvula luminosa no reticulada que se crea por separación de fases a partir de una solución homogénea. También se conocen películas de válvula luminosa creadas mediante el reticulado (curado) de emulsiones. Los procedimientos de la presente invención están dirigidos específicamente al uso de este tipo de película, es decir, película que comprende una capa formada reticulando una emulsión, y a películas laminadas producidas por la misma. Véanse, por ejemplo, las patentes estadounidenses nºs 5.463.491 y 5.463.492, y la patente estadounidense nº 7.361.252, estando cedidas todas ellas al cesionario de la presente invención. Se describen diversos tipos de emulsiones SPD y procedimientos de curado de las mismas, en las patentes estadounidense nºs 6.301.040, 6.416.827 y 6.900.923 B2, estando cedidas todas ellas al cesionario de la presente invención. Tales películas y variaciones de las mismas pueden ser curadas mediante una reticulación producida exponiendo las películas a (1) radiación ultravioleta, (2) haces de electrones o (3) calor.

Son bien conocidas en la técnica diversas suspensiones líquidas de válvulas luminosas, y tales suspensiones son fácilmente formuladas según técnicas bien conocidas para una persona con un dominio ordinario de la técnica. Según se ha observado anteriormente, la expresión suspensión líquida de válvula luminosa, cuando es usada en la presente memoria, significa un medio líquido de suspensión en el que hay dispersas múltiples partículas pequeñas. El medio líquido de suspensión comprende uno o más líquidos no acuosos eléctricamente resistivos en los que hay disuelto, preferentemente, al menos un tipo de estabilizante polimérico que actúa reduciendo la tendencia de las partículas a aglomerarse y manteniéndolas dispersadas y en suspensión.

Las suspensiones líquidas de válvulas luminosas útiles en la presente invención pueden incluir cualquiera de los denominados medios líquidos de suspensión de la técnica anterior previamente propuestos para su uso en válvulas luminosas para suspender las partículas. Los medios líquidos de suspensión conocidos en la técnica que son útiles en la presente memoria incluyen, sin limitación, los medios líquidos de suspensión dados a conocer en las patentes estadounidenses nºs 4.247.175, 4.407.565, 4.772.103, 5.409.734, 5.461.506, 5.463.492 y 6.936.193 B2. En general, se escogen uno o ambos del medio de suspensión o del estabilizante polimérico normalmente disuelto en el mismo para mantener las partículas suspendidas en equilibrio gravitatorio.

Cuando se emplea, el estabilizante polimérico puede ser un tipo único de polímero sólido que se adhiera a la superficie de las partículas, pero que también se disuelva en el o los líquidos no acuosos que comprenden el medio líquido de suspensión. Alternativamente, puede haber dos o más estabilizantes poliméricos sólidos que sirvan de

sistema estabilizante polimérico. Por ejemplo, las partículas pueden estar recubiertas con un primer tipo de estabilizante polimérico sólido, tal como nitrocelulosa, que, en efecto, cuando se disuelve, proporciona un revestimiento superficial liso para las partículas, junto con uno o más tipos adicionales de estabilizante polimérico sólido que, cuando se disuelven, se adhieren o se asocian con el primer tipo de estabilizante polimérico sólido y también se disuelve en el medio líquido de suspensión para proporcionar dispersión y protección estérica para las partículas. También pueden usarse con ventaja estabilizantes poliméricos líquidos, especialmente en películas de válvula luminosa SPD, según se describe, por ejemplo, en la patente estadounidense n° 5.463.492.

En una suspensión de válvula luminosa pueden usarse partículas inorgánicas y orgánicas, y tales partículas pueden ser absorbentes de la luz o reflectantes de la luz en la porción visible del espectro electromagnético.

Generalmente, las válvulas luminosas SPD convencionales han empleado partículas de tamaño coloidal. Según se usa en la presente memoria, el término coloidal significa que las partículas generalmente tienen una dimensión máxima que tiene una media de 1 micrómetro o menos. Preferentemente, la mayoría de los tipos de partículas de polihialuro o no polihialuro usadas y previstas para su uso en una suspensión de válvula luminosa SPD tendrán una dimensión mayor que tenga un promedio de 0,3 micrómetros o menos, y que más preferentemente tenga un promedio de manos de la mitad de la longitud de onda de la luz azul, es decir, menos de 2000 Angstroms, para mantener la dispersión de la luz sumamente baja.

Los documentos EP 2 322 986 A1 y EP 2 397 892 A1 dan a conocer válvulas luminosas SPD con una transmitancia relativamente baja en el estado bloqueado. El documento US 2004/257634 A1 da a conocer películas SPD con una transmitancia relativa alta en el estado pasante.

Antecedentes de la invención

Las películas SPD de la técnica anterior tienen limitaciones en el logro de intervalos significativos en la transmisión de la luz entre sus estado BLOQUEADO (sin alimentación) y su estado PASANTE (con alimentación) cuando se aplica un campo eléctrico. Este fenómeno resulta particularmente evidente cuando el estado BLOQUEADO es muy oscuro (< 0,5% de transmitancia) o el estado PASANTE es muy claro (> 70% de transmitancia). Las ventanas y las puertas de lavabo y de sala de conferencias son ejemplos no limitantes de aplicaciones en las que se desea una película SPD muy oscura en estado BLOQUEADO para una completa privacidad. Se requiere una película SPD muy clara en estado PASANTE, con una transmitancia > 70%, para ciertas ventanas en vehículos motorizados debido a las normas de seguridad, y resulta deseable para las gafas y artículos ópticos que utilicen tecnología SPD. Esta invención supera los anteriores valores de transmitancia y, a la vez, produce intervalos significativamente mayores de transmisión de la luz, ΔT , que las películas SPD de la técnica anterior.

Deficiencias de las películas SPD y de los laminados SPD de la técnica anterior

Según se ha mencionado anteriormente, las películas SPD de la técnica anterior han adolecido de intervalos reducidos de transmisión de la luz cuando se realizaron tentativas de preparar una película SPD con un estado BLOQUEADO relativamente oscuro o de preparar una película SPD con un estado PASANTE relativamente claro.

El Ejemplo 6 del documento US 5.463.492, cedido al cesionario de la presente invención, describe la preparación de una película SPD con una transmisión en el estado BLOQUEADO del 0,42%. Sin embargo, no se dio a conocer ninguna transmisión correspondiente en el estado PASANTE. El Ejemplo 11 del documento US 5.463.492 describe la preparación de una película SPD con un intervalo de transmisión del 45% DESACTIVA al 72% PASANTE. Se logra la elevada transmitancia del 72% en el estado PASANTE, pero a expensas de una estrecha ΔT de 27 y de una transmitancia muy clara en el estado BLOQUEADO del 45%. Otra deficiencia de los ejemplos de película SPD de la técnica anterior del documento US 5.463.492 era el requisito de que las películas SPD se hincharan con un líquido orgánico para lograr la transmitancia del estado PASANTE.

La Tabla 3 del documento US 7.847.033, cedido al cesionario de la presente invención, enumera películas SPD con transmitancias en el estado PASANTE > 70%. Sin embargo, las transmitancias en el estado BLOQUEADO de las películas SPD de la Tabla 3 siguen siendo relativamente claras (aproximadamente un 25% de transmitancia).

Un procedimiento estándar para producir una transmitancia más oscura en el estado BLOQUEADO de una película SPD es aumentar el grosor de la emulsión SPD para producir una película SPD de transmitancia respectivamente más oscura. De modo similar, un procedimiento estándar para producir una transmitancia más clara en el estado PASANTE de una película SPD es disminuir el grosor de la emulsión SPD para producir una película SPD de transmitancia respectivamente más clara. Este procedimiento para cambiar la transmitancia de una película SPD crea dificultades técnicas significativas. Por ejemplo, una capa de emulsión más delgada llevará a una película SPD curada que tiene menor cohesión. Las etapas subsiguientes requeridas de manipulación de dicha película, que incluyen la aplicación de una barra colectora y el laminado de la película SPD entre sustratos de vidrio o plástico a temperaturas y presiones elevadas, pueden hacer que la película SPD más delgada se desgarré y cree un cortocircuito o que se vuelva inservible de otro modo. Además, reducir el grosor de la capa de emulsión SPD demasiado cerca del límite de la precisión del aplicador de revestimiento puede llevar a películas SPD desiguales que tengan un aspecto manchado.

Una emulsión más gruesa puede causar problemas de curado incompleto que limiten el rendimiento del producto. Además, una capa de emulsión más gruesa también llevará a una película SPD curada que requiera tensiones significativamente mayores para alinear completamente las partículas dentro de la fase de gotitas de la película SPD. Estas tensiones mayores pueden: (i) requerir tensiones superiores al estándar encontrado en lugares residenciales y comerciales, (ii) causar problemas de seguridad del producto que requieran componentes de seguridad adicionales, y (iii) hacer que la película SPD consuma más energía, lo que reducirá la eficiencia energética de los productos fabricados con la película SPD más gruesa.

Otra ruta hacia películas SPD más oscuras es simplemente apilar dos válvulas luminosas SPD para que la luz incidente precise atravesar dos capas de película SPD. Sin embargo, este procedimiento requerirá el doble de materiales, incluyendo PET recubierto conductor y barras colectoras, así como una lámina adicional entre capas para el proceso de laminado.

Sumario de la invención

La presente invención permite la producción de dos películas SPD novedosas. La primera película SPD tiene una transmitancia visible baja muy oscura en el estado BLOQUEADO (< 0,5%T) y la segunda película SPD tiene una transmitancia visible alta muy clara en el estado PASANTE (> 70%T). Ambas películas SPD novedosas mantienen una ΔT significativamente elevada. Esto se logra mediante la invención de nuevas formulaciones de emulsión SPD que incluyen intervalos particularmente efectivos de porcentajes de carga de partículas en el medio líquido de suspensión de la fase capsular de la emulsión (definidas posteriormente), junto con ajustes en la proporción entre la fase matricial continua y la fase capsular discontinua de la emulsión.

En una realización, la invención comprende una película de válvula luminosa según la reivindicación independiente 1 adjunta.

En una realización alternativa, la invención comprende una película de válvula luminosa según la reivindicación independiente 2 adjunta.

En el caso de cualquiera de las dos realizaciones descritas en lo que antecede, puede aplicarse sobre la película al menos una capa seleccionada entre una película, un revestimiento y una lámina, en la que la al menos una capa proporciona a dicha película al menos una funcionalidad seleccionada del grupo constituido por la resistencia al rayado, la protección de la radiación ultravioleta, el reflejo de energía infrarroja, la conductividad eléctrica para aplicar un campo eléctrico o magnético a la película de válvula luminosa, la protección de aislamiento de cortocircuitos, la tinción cromática y el control acústico.

En otra realización adicional, la invención comprende un dispositivo electroóptico para controlar la transmisión de radiación según la reivindicación 4 adjunta.

Descripción detallada de la invención

Los inventores han descubierto que una combinación del ajuste del porcentaje de partículas en la fase capsular de la emulsión SPD dentro de intervalos específicos y del control de la proporción entre la fase matricial continua y la fase capsular discontinua de la emulsión produce tanto películas SPD muy oscuras en el estado bloqueado sin alimentación (< 0,5%T) con una $\Delta T > 42\%$ como películas SPD muy claras en el estado pasante con alimentación (> 70%T) con una $\Delta T > 57\%$.

El porcentaje de partículas en la cápsula se define como:

$$100 \times (\text{peso de las partículas de poliyoduro}) / (\text{peso del medio de suspensión})$$

Ha de entenderse que aumentar el peso de las partículas de poliyoduro dentro de la cápsula llevará a películas SPD más oscuras (bajo porcentaje de T en el estado bloqueado) y, por el contrario, disminuir el peso de las partículas de poliyoduro dentro de la cápsula llevará a películas SPD más claras (alto porcentaje de T en el estado bloqueado).

La proporción matriz/cápsula se define como:

$$(\text{Peso del polímero matricial}) / (\text{peso de las partículas de poliyoduro} + \text{peso del medio de suspensión})$$

También ha de entenderse que aumentar el peso del polímero matricial dentro de la emulsión llevará a películas SPD más claras (alto porcentaje de T en el estado bloqueado) y, por el contrario, disminuir el peso del polímero matricial llevará a películas SPD más oscuras (bajo porcentaje de T en el estado bloqueado).

Con base en lo anterior, se obtiene un número único útil dividiendo la proporción matriz/cápsula por el porcentaje de partículas en la cápsula para obtener el número proporción de fases:porcentaje de partículas para cada película de la Tabla 1. Por ejemplo, una formulación de película SPD con un mayor porcentaje de partículas en la fase capsular disminuirá el número proporción de fases:porcentaje de partículas, porque el mayor porcentaje de partículas en el

número capsular está en el denominador. Si la misma formulación de película SPD también usa menos polímero matricial, ello también resultará en un menor número proporción de fases:porcentaje de partículas, porque el valor para la proporción matriz/cápsula está en el numerador. Por lo tanto, una formulación de película SPD creada aumentando el porcentaje de partículas en la cápsula y disminuyendo la cantidad de polímero matricial con respecto a la fase capsular producirá una película SPD oscura (bajo %T en el estado bloqueado) que estará representada por un número proporción de fases:porcentaje de partículas bajo. Por otro lado, una película SPD creada disminuyendo el porcentaje de partículas en la fase capsular y aumentando la cantidad de polímero matricial producirá una película SPD más clara (elevado %T en el estado bloqueado). En este caso, un valor elevado para la matriz/cápsula en el numerador y un valor bajo para el porcentaje de partículas en el denominador estarán representados por un valor elevado para la proporción/porcentaje de partículas.

La tabla siguiente incluye ejemplos no limitantes de formulaciones de emulsión SPD para lograr películas SPD con transmitancias de estado bloqueado oscuras (< 0,5%T) y otras películas SPD con transmitancias de estado pasante muy claras (> 70%T). La tabla también incluye, con fines ilustrativos y comparativos, otros ejemplos en los que no se satisficieron los requisitos de transmitancia de la invención.

Todos los ejemplos de la tabla fueron preparados de la misma manera. Se disolvió un 0,3% de fotoiniciador Irgacure 819 en el polímero matricial antes de mezclar dicho polímero matricial con la fase capsular para formar la emulsión SPD. Se intercaló una capa de 102 µm de grosor de emulsión SPD entre dos sustratos de ITO-PET de 178 µm de grosor y se emplearon condiciones de irradiación UV idénticas para curar las muestras.

Tabla 1

Película nº	% de partículas en la cápsula	Proporción matriz/cápsula	Proporción de fases:% de partículas	Transmitancia en el estado bloqueado	Transmitancia en el estado pasante	ΔT
est.	6,83	1,5	0,220	1,33	49,47	48,14
1	6,71	6,42	0,957	10,03	71,67	61,64
2	3,09	3,7	1,197	17,7	74,77	57,07
3	1,87	1,5	0,802	8,08	65,55	57,47
4	5,13	2,71	0,528	4,49	62,31	57,82
5	3,4	2,8	0,824	10,65	71,21	60,56
5A	3,43	2,79	0,813	10,83	72,64	61,81
6	3,43	4	1,166	18,62	74,36	55,74
7	3,24	1,56	0,481	2,11	52,22	50,11
8	3,12	3,7	1,186	17,7	57,06	39,36
9	0,015	1,5	100,000	21,04	71,2	50,16
10	10,25	1,5	0,146	0,1	29,18	29,08
11	7,2	1	0,139	0,27	47,02	46,75
12	6,83	1,17	0,171	0,35	46,04	45,69
13	7,97	1,25	0,157	0,38	43,23	42,85

Analizando las películas SPD más oscuras, de menor transmitancia, en el estado bloqueado, la película nº 11, con una transmitancia de 0,27 en el estado bloqueado y una transmitancia de 47,02 en el estado pasante, demostró tanto una película SPD suficientemente oscura como una elevada ΔT (46,75). Se logró este buen resultando mediante una combinación de aumentar el porcentaje de partículas en la cápsula del 6,83 para la formulación estándar al 7,2 y disminuir la proporción entre la cantidad de polímero matricial y la cantidad de componentes capsulares (las partículas y el medio líquido de suspensión) del 1,5 para la formulación estándar (ver est. en la Tabla 1) al 1. Sin embargo, subsiguientemente se halló que la reducción significativa en la cantidad de polímero matricial en la emulsión hacía que la película resultante adquiriera una consistencia pastosa, no el carácter sólido de tipo película de las películas de la formulación estándar. Sin desear entrar en consideraciones teóricas, los inventores creen que reducir la cantidad de la fase continua de polímero matricial, que es reticulada mediante radiación UV, para formar la película SPD sólida hacía que algunas áreas de la emulsión recubierta se invirtieran de fase, convirtiéndose la fase capsular en la fase continua, y convirtiéndose la fase matricial en la fase capsular. Dado que la fase capsular no está diseñada para reticularse formando una película sólida, la integridad de la película SPD es puesta en peligro cuando la fase capsular se invierte transformándose en la fase continua. La película nº 10 tenía una transmitancia en el estado bloqueado muy baja del 0,1, pero la transmitancia en el estado pasante era de solo 29,18.

Sin desear quedar ligado por la teoría, los inventores creen que el gran aumento de partículas en las cápsulas de la película nº 10 llevó a una disminución del espacio disponible dentro de la cápsula, lo que dificultó que las partículas se alinearan completamente cuando se aplicó la tensión.

La película nº 13, con una combinación de aumentar el porcentaje de partículas en la cápsula del 6,83 para la formulación estándar al 7,97 y disminuir la proporción entre la cantidad de polímero matricial y la cantidad de componentes capsulares (las partículas y el medio líquido de suspensión) del 1,5 para la formulación estándar al

1,25, produjo una transmitancia en el estado bloqueado del 0,38 y una transmitancia en el estado pasante del 43,23 para una ΔT del 42,85. Esta película SPD oscura no presentó inversión de fases de la fase capsular y tuvo un buen intervalo de transmisión de la luz.

5 La formulación de la película nº 12 mantuvo el porcentaje de partículas en la cápsula al 6,83, pero redujo la proporción matriz/cápsula del 1,5 del estándar al 1,17. Esto resultó en una transmitancia en el estado bloqueado del 0,35 y una transmitancia en el estado pasante del 46,04 para una ΔT del 45,69.

10 En función de estos resultados y de los correspondientes números proporción de fases:porcentaje de partículas de la Tabla 1, se ha determinado que se prefiere un número proporción de fases:porcentaje de partículas $> 0,157$ y $< 0,220$ para obtener una película SPD oscura en el estado BLOQUEADO sin alimentación ($< 0,5\%T$) con una $\Delta T > 42\%$.

15 Pasando a las películas SPD con transmitancias de estado pasante altas, la película nº 9, con una combinación de disminuir significativa el porcentaje de partículas en la cápsula del 6,83 para la formulación estándar al 0,015 y mantener la proporción entre la cantidad de polímero matricial y la cantidad de componentes capsulares (las partículas y el medio líquido de suspensión) en el 1,5 estándar, produjo una transmitancia en el estado bloqueado del 21,04 y una transmitancia en el estado pasante del 71,2 para una ΔT del 50,16. Aunque la transmitancia en el estado pasante y la ΔT son resultados excelentes, la transmitancia en el estado bloqueado relativamente elevada del 21,04 probablemente habría sido demasiado clara para muchas aplicaciones.

20 Alternativamente, la película nº 1, con una combinación de mantener el porcentaje de partículas estándar en la cápsula a aproximadamente el 6,83 (6,71 real) y aumentar significativamente la proporción entre la cantidad de polímero matricial y la cantidad de componentes capsulares (las partículas y el medio líquido de suspensión) desde el 1,5 estándar al 6,42, produjo una transmitancia en el estado bloqueado del 10,03 y una transmitancia en el estado pasante del 71,67 para una ΔT del 61,64. Se prefirió este resultado a los resultados de la película nº 9 porque se logró una transmitancia en el estado bloqueado significativamente menor, mientras que, a la vez, también se logró una transmitancia en el estado pasante $> 70\%$ y una $\Delta T > 60$.

25 Se obtuvo un resultado similar al de la película nº 1 con las películas duplicadas nºs 5 y 5A. En el caso de la nº 5A, una combinación de disminuir el porcentaje de partículas en la cápsula del 6,83 estándar al 3,43 y aumentar la proporción entre la cantidad de polímero matricial y la cantidad de componentes capsulares (las partículas y el medio líquido de suspensión) del 1,5 estándar al 2,79, produjo una transmitancia en el estado bloqueado del 10,83 y una transmitancia en el estado pasante del 72,64 para una ΔT del 61,81.

30 En función de estos resultados y de los correspondientes números proporción de fases:porcentaje de partículas de la Tabla 1, se ha determinado que se prefiere un número proporción de fases:porcentaje de partículas $> 0,802$ y $< 1,197$ para obtener una película SPD clara en el estado PASANTE con alimentación ($> 70\%T$) con una $\Delta T > 57\%$.

35 En otra realización, como alternativa a apilar dos válvulas luminosas SPD para lograr un estado bloqueado de SPD más oscuro, puede construirse una válvula luminosa SPD en la que se combinen tres láminas de PET con revestimientos de ITO y dos capas de emulsión SPD curada para formar una construcción novedosa de válvula luminosa SPD. La construcción tendría nueve capas, concretamente, de un lado al otro: (1) una primera lámina de plástico de tereftalato de polietileno ("PET"), preferente pero no necesariamente de 127-178 μm de grosor, (2) un revestimiento conductor muy delgado transparente eléctricamente conductor de óxido de indio y estaño ("ITO"), que actúa o es capaz de actuar como un electrodo sobre la primera lámina de PET, (3) una capa de emulsión SPD curada (es decir, reticulada), preferente pero no necesariamente de 51-127 μm de grosor, (4) un segundo revestimiento de ITO que actúa o es capaz de actuar como un electrodo sobre (5) un segundo sustrato de plástico de PET, (6) un tercer revestimiento de ITO que actúa o es capaz de actuar como un electrodo en el lado opuesto de dicho segundo sustrato de plástico de PET, (7) una segunda capa de emulsión SPD curada (es decir, reticulada), preferente pero no necesariamente de 51-127 μm de grosor, (8) un cuarto revestimiento de ITO que actúa o es capaz de actuar como un electrodo sobre (9) una tercera lámina de plástico de tereftalato de polietileno ("PET"), preferente pero no necesariamente de 127-178 μm de grosor.

50 Esta construcción produciría una válvula luminosa SPD más oscura sin requerir la alta tensión necesaria para alimentar una sola capa más gruesa de emulsión SPD curada. También produciría una válvula luminosa SPD monolítica que eliminaría una lámina de PET con revestimiento de ITO. Además, esta realización mantendría el requisito de solo dos láminas interlaminares para el subsiguiente laminado de la válvula luminosa SPD entre sustratos de vidrio o plástico.

55 Esta realización también permitiría el cableado de los electrodos a una fuente de alimentación, por lo que cada una de las dos capas de emulsión SPD curada podría ser alimentada por separado o ambas de dichas capas podrían ser alimentadas simultáneamente. Las dos capas de emulsión SPD también podrían tener diferentes grosores de revestimiento para mejorar adicionalmente la variabilidad o el intervalo de la transmitancia óptica de la válvula luminosa SPD.

Aunque la presente invención ha sido descrita en relación con realizaciones particulares de la misma, muchas otras variaciones y modificaciones y otros usos resultarán evidentes para los expertos en la técnica. Por lo tanto, se hace notar que la presente invención está limitada únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una película de válvula luminosa para formar un elemento fotomodulador de una válvula luminosa, comprendiendo dicha película una matriz polimérica reticulada con múltiples gotitas de una suspensión líquida de válvula luminosa distribuidas en la misma, comprendiendo dicha suspensión líquida de válvula luminosa un medio líquido de suspensión y partículas de poliyoduro suspendidas en el medio líquido de suspensión, en la que dicha matriz polimérica forma una fase matricial continua y dichas gotitas forman una fase capsular discontinua dispersa por toda dicha fase matricial continua, **caracterizándose** dicha película **por** una proporción mayor que 0,157 y menor que 0,220, siendo dicha proporción la proporción entre una proporción matriz/cápsula del peso de la película y las respectivas partículas de la fase capsular discontinua, siendo la proporción matriz/cápsula de la película la proporción entre el peso de la fase matricial polimérica continua y el peso de la fase capsular discontinua, y siendo el peso de las respectivas partículas de la fase capsular discontinua igual a cien multiplicado por la proporción entre el peso de las partículas de poliyoduro y el peso del medio líquido de suspensión de la fase capsular discontinua, y **porque** la película de válvula luminosa tiene una transmitancia de la luz en el estado BLOQUEADO sin alimentación de menos del 0,5%, **porque** la diferencia entre la transmitancia de la luz visible de la película de válvula luminosa en el estado BLOQUEADO sin alimentación y la transmitancia de la luz visible de la película de válvula luminosa en el estado PASANTE con alimentación es mayor que 42 puntos de porcentaje, y **porque** la película de válvula luminosa tiene un grosor en el intervalo de 0,0508 mm a 0,127 mm.
2. Una película de válvula luminosa para formar un elemento fotomodulador de una válvula luminosa, comprendiendo dicha película una matriz polimérica reticulada con múltiples gotitas de una suspensión líquida de válvula luminosa distribuidas en la misma, comprendiendo dicha suspensión líquida de válvula luminosa un medio líquido de suspensión y partículas de poliyoduro suspendidas en el medio líquido de suspensión, en la que dicha matriz polimérica forma una fase matricial continua y dichas gotitas forman una fase capsular discontinua dispersa por toda dicha fase matricial continua, **caracterizándose** dicha película **por** una proporción mayor que 0,802 y menor que 1,197, siendo dicha proporción la proporción entre una proporción matriz/cápsula del peso de la película y las respectivas partículas de la fase capsular discontinua, siendo la proporción matriz/cápsula de la película la proporción entre el peso de la fase matricial polimérica continua y el peso de la fase capsular discontinua, y siendo el peso de las respectivas partículas de la fase capsular discontinua igual a cien multiplicado por la proporción entre el peso de las partículas de poliyoduro y el peso del medio líquido de suspensión de la fase capsular discontinua, y **porque** la película de válvula luminosa tiene una transmitancia de la luz visible en el estado PASANTE mayor del 70%, **porque** la diferencia entre la transmitancia de la luz visible de la película de válvula luminosa en el estado BLOQUEADO sin alimentación y la transmitancia de la luz visible de la película de válvula luminosa en el estado PASANTE con alimentación es mayor que 57 puntos de porcentaje, y **porque** la película de válvula luminosa tiene un grosor en el intervalo de 0,0508 mm a 0,127 mm.
3. La película de válvula luminosa de la reivindicación 1 o la reivindicación 2 que tiene aplicada sobre la misma al menos una capa seleccionada entre una película, un revestimiento y una lámina, en la que la al menos una capa proporciona a dicha película al menos una funcionalidad seleccionada del grupo constituido por la resistencia al rayado, la protección de la radiación ultravioleta, el reflejo de energía infrarroja, la conductividad eléctrica para aplicar un campo eléctrico o magnético aplicado a la película de válvula luminosa, la protección de aislamiento de cortocircuitos, la tinción cromática y el control acústico.
4. Un dispositivo electroóptico para controlar la transmisión de radiación, teniendo dicho dispositivo dos lados opuestos y comprendiendo, de un lado al otro:
- una primera lámina de plástico de tereftalato de polietileno, PET;
 - un primer revestimiento conductor delgado transparente eléctricamente conductor que actúa o es capaz de actuar como un electrodo sobre la primera lámina de PET;
 - una primera película de válvula luminosa según la reivindicación 1 o la reivindicación 2;
 - un segundo revestimiento conductor delgado transparente eléctricamente conductor que actúa o es capaz de actuar como un electrodo, aplicándose dicho segundo revestimiento sobre una superficie externa de
 - una segunda lámina de plástico de tereftalato de polietileno;
 - un tercer revestimiento conductor delgado transparente eléctricamente conductor que actúa o es capaz de actuar como un electrodo, aplicándose dicho tercer revestimiento sobre una superficie interna de dicha segunda lámina de plástico de tereftalato de polietileno;
 - una segunda válvula luminosa según la reivindicación 1 o la reivindicación 2;
 - un cuarto revestimiento conductor delgado transparente eléctricamente conductor que actúa o es capaz de actuar como un electrodo, aplicándose dicho cuarto revestimiento sobre una superficie interna de
 - una tercera lámina de plástico de tereftalato de polietileno.