

RECUBRIMIENTO DE FÁCIL LIMPIEZA

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica prioridad de la solicitud
5 provisional de Estados Unidos con N° de Serie 61/939,147
presentada el 12 de febrero de 2014, titulada "*Recubrimiento
Lavable con Propiedades de Anti-Empañamiento*" y la Solicitud
provisional de Estados Unidos con N° de Serie 61/945,676
presentada el 27 de febrero de 2014, titulada "*Recubrimiento
10 Antirreflejante de Fácil Limpieza*", los cuales se incorporan
en este documento por referencia en su totalidad.

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a recubrimientos ópticos y,
15 más particularmente, a recubrimientos ópticos que son fáciles
de limpiar y que son anti-empañamiento y/o antirreflejantes.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Un recubrimiento funcional o uno o más recubrimientos
20 funcionales se pueden aplicar a una superficie de un artículo
con el fin de impartir una o más propiedades o
características a la superficie del artículo. Tales
propiedades o características impartidas pueden incluir
color, brillo, reflectividad, resistencia a la abrasión,

claridad óptica, repelencia al agua, resistencia al empañamiento, anti-reflectividad, resistencia a la suciedad, y facilidad de limpieza. De estas diversas propiedades, la propiedad superficial o característica de facilidad de
5 limpieza tiene potencialmente amplias aplicaciones en una variedad de industrias, incluyendo las industrias ópticas y no ópticas relacionadas.

Las tecnologías actuales empleadas para producir recubrimientos fáciles de limpiar o propiedades en las
10 superficies a menudo implican la aplicación de un tratamiento de recubrimiento o superficie que es tanto hidrófobo como oleófobo. Se ha considerado convencionalmente deseable que un recubrimiento funcional repela el agua y los aceites, por lo tanto, estas características han sido mantenidas como punto
15 de referencia para la facilidad de limpieza en el mercado. Desafortunadamente, las encuestas básicas del mercado revelan que las actuales tecnologías de recubrimiento de fácil limpieza no se realizan en los niveles esperados por el mercado o el nivel indicado por la literatura de
20 comercialización.

Las tecnologías de recubrimiento de fácil limpieza actuales, que consisten principalmente en la consecución del ángulo de humectación más alto posible para el agua y aceites, ya que las correlaciones se han hecho entre el

ángulo de alta humectación para el agua y el aceite y resistencia de la superficie a las manchas, huellas dactilares y facilidad de limpieza. La base de este rendimiento de humectación objetivo se presta con el objetivo

5 de que la energía superficial actual del recubrimiento de fácil limpieza sea lo más baja posible, por ejemplo, por debajo de la de los materiales de teflón o por debajo de aproximadamente 17 a 21 milijulios por metro cuadrado. En general, los recubrimientos de este tipo no funcionan bien

10 con respecto a la limpieza porque una no humectación completa de sustancias aceitosas no se ha conseguido en un sistema de recubrimiento durable y fabricable. En su lugar, la humectación parcial inherente de sustancias aceitosas en recubrimientos actuales en realidad mejora la apariencia

15 manchada creada cuando una fina capa de aceites o suciedad se queda atrás y está presente como pequeñas gotitas después de que se intenta la limpieza. La presencia de pequeñas gotas crea una apariencia turbia a modo de dispersión de la luz.

En las industrias basadas en ópticas, a menudo es

20 deseable combinar las propiedades o características de facilidad de limpieza con otras propiedades funcionales o características, por ejemplo, anti-empañamiento. Sin embargo, la hidrofobicidad inherente de recubrimientos de fácil limpieza actuales no les hace factible ser resistentes al

empañamiento ya que las gotitas de agua son capaces de adherirse a ellos en un estado parcialmente no humedecido, la creación de la aparición de empañamiento por medio de dispersión de la luz.

5 Los recubrimientos anti-empañamiento actuales utilizan una tecnología diferente en comparación con los sistemas típicos de recubrimiento que se puedan limpiar. Dado que el mecanismo de empañamiento implica la formación de pequeñas gotas de agua que dispersan la luz visible, sistemas de
10 recubrimiento que obligan al agua para humedecer completamente la superficie eliminan este efecto. La mayoría de las tecnologías anti-empañamiento se basa en la deposición de un surfactante en la superficie del artículo, lo que resulta en una resistencia de corta duración al empañamiento
15 ya que la capa es bastante temporal en condiciones de uso. Muy a menudo, el acto de limpiar la superficie es suficiente para eliminar la propiedad anti-empañamiento.

Otras tecnologías emplean el uso de una capa de recubrimiento hidrofílica, por lo general compuesta de un
20 material que tiene una hidrofilia permanente. Sin embargo, estos tipos de recubrimientos típicamente no son duraderos y no se pueden usar en aplicaciones donde la abrasión está presente. Además, los recubrimientos anti-empañamiento hidrofílicos disponibles comercialmente no necesariamente se

prestan a ser fáciles de limpiar, con base en sus propiedades inherentes energéticas de superficie. En consecuencia, los recubrimientos actuales se comercializan ya sea como sea fáciles de limpiar o que tienen propiedades anti-
5 empañamiento. Este es un resultado de la no existencia de un sistema de recubrimiento que sea capaz de combinar las propiedades de una manera duradera y fabricable.

En las industrias basadas en ópticas, a menudo es también deseable combinar las propiedades o características
10 de facilidad de limpieza con propiedades funcionales o características tales como la propiedad de anti-reflectividad. Por ejemplo, los recubrimientos actuales antirreflejantes y fáciles de limpiar para su uso en, por ejemplo, productos oftálmicos, por lo general consisten en un
15 primer sustrato, por ejemplo, una lente sin recubrimiento u otro material de sustrato, un sistema de recubrimiento duro opcional y un sistema de recubrimiento antirreflejante, que se imparte con una parte superior hidrófoba o superhidrofóbica o capa más externa destinada a proporcionar
20 una propiedad de fácil limpieza. Este recubrimiento superior-funcional comprende típicamente sílice y grupos químicos perfluorosilílicos, que le confieren un comportamiento de deshumectación de agua y sustancias aceitosas. La deshumectación de las sustancias aceitosas de esta superficie

que tiene una baja energía superficial aparente es lo que se considera actualmente como la propiedad de fácil limpieza comercializada y/o probada usando la prueba estandarizada de la industria oftalmológica actual. Tales sistemas antirreflejantes o recubrimientos de fácil limpieza no muestran un rendimiento de los niveles esperados por el mercado o el nivel indicado por la literatura de comercialización.

Por lo tanto, existe una necesidad de recubrimientos y sistemas de recubrimiento que impartan propiedades eficaces de fácil limpieza a una superficie de un artículo solo y en combinación con otros recubrimientos funcionales o sistemas de recubrimiento que impartan propiedades de superficie deseables.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención proporciona recubrimientos y sistemas de recubrimiento que impartan propiedades eficaces de fácil limpieza a una superficie de un artículo solo y/o en combinación con otros recubrimientos funcionales o sistemas de recubrimiento que impartan propiedades de superficie deseables. Estos y otros objetivos se logran, en parte, a través de proporcionar un artículo oftálmico que comprende: un sustrato que tiene una primera superficie; una pluralidad

20

de capas de refracción, una primera de la pluralidad de capas de refracción depositadas directamente sobre dicha primera superficie y una última de la pluralidad de capas de refracción forma una segunda superficie; y una capa superior
5 que tiene una energía superficial en un intervalo de aproximadamente 30 a 90 milijulios por metro cuadrado depositada sobre la segunda superficie; el artículo oftálmico tiene un índice de refracción en el intervalo de aproximadamente 1.40 a 1.49 a una longitud de onda de 589
10 nanómetros sólo después de que la capa superior se deposita sobre la segunda superficie.

Estos y otros objetivos también se consiguen, en parte, a través de un método de fabricación de un artículo oftálmico que tiene propiedades de fácil limpieza y antirreflejantes
15 que comprende: formar una pluralidad de capas de refracción en una superficie de un artículo oftálmico; aplicar una capa a base de solución salina que tiene una energía superficial curada en un intervalo de aproximadamente 30 a 90 milijulios por metro cuadrado en dicha pluralidad de capas de
20 refracción; e impartir el artículo oftálmico con un índice de refracción en un rango de aproximadamente 1.40 a 1.49 a una longitud de onda de 589 nanómetros a través de dicha etapa de aplicar una capa a base de solución salina sobre dicha pluralidad de capas de refracción.

Estos y otros objetivos también se consiguen, en parte, a través de proporcionar un recubrimiento que imparte una propiedad de fácil limpieza en una superficie que comprende: una superficie curada que comprende poros que tienen

5 diámetros en un rango de aproximadamente de 2 a 100 nanómetros y una energía superficial en un rango de aproximadamente 30 a 90 milijulios por metro cuadrado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 Estos y otros aspectos, características y ventajas de las modalidades de la invención serán capaces de ser evidentes y se aclararán a partir de la siguiente descripción de modalidades de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

15 La **Figura 1** es una vista en perspectiva de un sustrato recubierto de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La **Figura 2** es una vista en perspectiva de un sustrato recubierto de acuerdo con una modalidad de la presente

20 invención.

La **Figura 3** es una vista en perspectiva de un sustrato recubierto de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La **Figura 4** es una vista en perspectiva de un sustrato recubierto de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La **Figura 5** es una vista en perspectiva de un sustrato
5 recubierto de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La **Figura 6** es una vista en perspectiva de un sustrato recubierto de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

10 La **Figura 7** es una vista en perspectiva de un sustrato recubierto de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La **Figura 8** es una vista en perspectiva de un sustrato recubierto de acuerdo con una modalidad de la presente
15 invención.

La **Figura 9** es una tabla que muestra el porcentaje en peso de solución de los componentes de una solución de recubrimiento de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

20 La **Figura 10** es un gráfico de los datos de reflectancia de un artículo óptico con y sin un recubrimiento de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La **Figura 11** es una tabla que muestra los datos de color para una lente recubierta de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La **Figura 12** es una tabla que muestra una comparación de lentes recubiertas convencionales y una lente recubierta de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La **Figura 13** es un gráfico que muestra una comparación de lentes recubiertas convencionales y una lente recubierta de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Las modalidades específicas de la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos. Esta invención puede, sin embargo, ser realizada de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las modalidades expuestas en el presente documento; más bien, estas modalidades se proporcionan para que esta descripción sea minuciosa y completa, y transmita completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica. La terminología utilizada en la descripción detallada de las modalidades ilustradas en los dibujos que se acompañan no se pretende que sean limitativos de la invención. En los dibujos, los números se refieren a elementos similares. Los tamaños de partícula se dan en la medida de diámetro de las unidades mencionadas.

En términos generales, la presente invención proporciona sistemas de recubrimiento y recubrimiento que imparten una propiedad duradera de fácil limpieza de superficies de artículos, por ejemplo, las superficies de los sistemas de
5 aire acondicionado, ropa y equipos de procesamiento de alimentos y en las superficies de artículos basados en óptica tales como lentes oftálmicos, ventanas, recubrimientos de lentes y escudos protectores. En ciertas modalidades de la presente invención, el recubrimiento de fácil limpieza de la
10 invención se combina con otros tratamientos funcionales, recubrimientos, y/o en sistemas de recubrimiento con el fin de impartir propiedades adicionales y las características de a una superficie tal como el color, el brillo, la reflectividad, la resistencia a la abrasión, la claridad
15 óptica, la repelencia al agua, la resistencia al empañamiento y la anti-reflectividad. Los sustratos o artículos que tienen superficies sobre las que el recubrimiento de fácil limpieza o capa de la presente invención se puede aplicar incluyen pero no se limitan a vidrio, plásticos, metales, superficies
20 pintadas o de color, y otros materiales en los que la facilidad de limpieza es deseable.

En ciertas modalidades de la presente invención, un recubrimiento o capa de fácil limpieza comprende dióxido de silicio o algún otro material adecuado con la energía de la

superficie de larga duración, sustancialmente permanente o permanente y tamaños de los poros de la superficie descritos a continuación.

En una modalidad de la presente invención, un
5 recubrimiento o capa de fácil limpieza se sintetiza en un proceso de dos etapas. En una primera etapa, un alcohol, uno o más silanos, y el agua se mezclan juntos. Después de un periodo de mezcla, partículas en el rango de 3 a 20 nanómetros se forman, en parte, debido a la hidrólisis. En
10 ciertas modalidades, se añade alcohol o combinaciones de alcoholes adicionales con el fin de diluir la primera mezcla como se desee. La primera mezcla se calienta luego durante un periodo de tiempo para producir un sol metaestable, que se compone de las partículas antes mencionadas que tienen
15 dimensiones en el intervalo de aproximadamente 20 a 30 nanómetros, agua, alcoholes, silanos parcialmente hidrolizados, y especies de silanos oligoméricos.

El control de tamaño de las partículas está relacionado directamente a la integridad mecánica del recubrimiento. Los
20 tamaños de partícula más grandes reducen efectivamente las porciones de soporte de carga de las partículas y con ello reducen la integridad mecánica del recubrimiento final. El control de los tamaños de partícula más pequeños, lo cual es un aspecto importante de la presente invención, da como

resultado un tamaño de poro efectivo más pequeño, descrito con más detalle a continuación.

En ciertas modalidades, se añade al menos un surfactante/agente de reducción de alta tensión superficial a la primera mezcla. Un surfactante/agente de reducción de alta tensión superficial puede, por ejemplo, ser un aditivo de superficie que contiene silicona tal como un polidimetilsiloxano modificado con poliéter, por ejemplo, BYK333 (BYK Aditivos e Instrumentos) u otros aditivos de superficie que contienen silicona adecuados para sistemas de recubrimiento en disolvente.

En ciertas modalidades, dicho uno o más silanos empleados son, por ejemplo, tetrametil ortosilicato (TMOS) y/o 3-glicidoxipropiltrimetoxisilano (GPTMS). En ciertas modalidades, estos silanos se combinan en una relación molar TMOS:GPTMS que va de aproximadamente 1:1 a 19:1 o desde aproximadamente 4:1 a 3:2. La relación molar de TMOS:GPTMS puede estar directamente y selectivamente manipulada para optimizar los componentes de durabilidad y la energía superficial del recubrimiento de la invención.

En la primera mezcla, se añade agua en una proporción molar de los moles totales de silanos, es decir, agua:silanos, en un intervalo de aproximadamente 1:1 a 11:1 o en un intervalo de aproximadamente 2:1 a 4 :1. Las relaciones

molares de agua:silanos pueden estar directamente y selectivamente manipuladas para optimizar la hidrólisis de los silanos y para impedir la apertura del grupo epóxido presente con los GPTMS. En ciertas modalidades, la hidrólisis se lleva a cabo opcionalmente sin la presencia de un catalizador ácido o base. Este esquema es compatible con la formación de partículas que se imparten con los grupos hidroxilo de la superficie y glicidoxipropil. Para ciertas aplicaciones, generalmente la funcionalidad de partícula hidrofílica es deseable.

En la primera mezcla, el alcohol está presente en una relación a los moles totales de silanos es decir alcohol:silanos, en un intervalo de aproximadamente 2:1 a 6:1. Los alcoholes empleados en la primera mezcla pueden incluir, pero no se limitan a metanol, etanol, propanol, o isopropanol. La selección del alcohol en la primera mezcla depende típicamente del alcohol del que se deriva el silano alcoxi.

En ciertas modalidades de la presente invención, en una segunda etapa del proceso de síntesis de dos etapas, una segunda mezcla se forma mediante la combinación de una parte de la primera mezcla y el alcohol o alcoholes adicionales. La segunda etapa o mezcla, ayuda en la regulación del comportamiento de evaporación y gradiente de tensión

superficial durante el secado subsiguiente de la solución de recubrimiento. El alcohol empleado en la segunda mezcla es opcionalmente el mismo que el alcohol empleado en la primera mezcla, y se selecciona de alcoholes que tienen la fórmula general $R-OH$, donde R es un grupo metilo, etilo, propilo, o isopropilo, pero es preferiblemente un grupo metilo. La primera mezcla se diluye a una concentración de aproximadamente 5 a 80 por ciento en volumen, 10 a 45 por ciento en volumen, o de 10 a 30 por ciento en volumen.

En ciertas modalidades, la segunda mezcla se calienta a una temperatura en un intervalo de aproximadamente 40 a 80 grados Celsius o en un rango de aproximadamente 50 a 60 grados Celsius. El calentamiento de la segunda mezcla permite la condensación de los silanoles que se forman durante la hidrólisis que se produce cuando se prepara la primera mezcla. Alguna hidrólisis puede continuar, pero la condensación de los silanos hidrolizados es el proceso dominante.

En ciertas modalidades, la segunda mezcla se calienta durante un tiempo necesario para obtener el grado deseado de reacción como se determina por el tamaño de partícula final, por ejemplo, la segunda mezcla se calienta durante un periodo de aproximadamente 12 a 72 horas. En ciertas modalidades, la segunda mezcla se calienta, por ejemplo, a una temperatura de

aproximadamente 55 grados Celsius durante un periodo de 72 horas. Después del calentamiento, la solución comprende partículas en un rango de aproximadamente 20 a 30 nanómetros. El contenido de sólidos en peso de la solución después del
5 calentamiento está en un intervalo de aproximadamente 2 a 5 por ciento.

En ciertas modalidades, puede ser deseable el estabilizar la solución de recubrimiento de fácil limpieza resultante para consideraciones de vida útil. Esto se realiza
10 preferiblemente por la adición opcional de un ácido fuerte, tal como ácido clorhídrico (HCl), a una concentración que varía de aproximadamente 0.00001 a 0.1 moles de HCl por litro de solución de recubrimiento, o una concentración que varía de aproximadamente 0.001 y 0.05 moles de HCl por litro de
15 solución de recubrimiento. El ácido se añade la estabilización después de haberse formado la distribución del tamaño de partícula deseado.

En ciertas modalidades, el control del espesor del recubrimiento y la uniformidad de la solución de
20 recubrimiento de fácil limpieza resultante se consigue por dilución de la segunda mezcla, por la adición de modificadores de flujo, o por una combinación de los mismos. Para un control óptimo de uniformidad de espesor y recubrimiento, una concentración preferida de contenido de

sólidos en peso está en el intervalo de aproximadamente 0.5 a 2.0 por ciento o en un intervalo de aproximadamente 0.65 a 1.5 por ciento.

En ciertas modalidades, el modificador o modificadores de flujo se seleccionan de materiales que reducen la tensión superficial de la solución de recubrimiento durante el proceso de secado, por ejemplo, un reductor de tensión superficial de media a alta. Los reductores de alta tensión superficial se prefieren en la presente invención y se añaden a una concentración en un intervalo de peso de aproximadamente 0.03 a 0.13 por ciento a peso de solución de recubrimiento. El modificador de flujo empleado puede, por ejemplo, ser un aditivo de superficie que contiene silicona tal como un polidimetilsiloxano modificado con poliéter, por ejemplo, BYK 333 (BYK Aditivos e Instrumentos) u otros aditivos de superficie que contienen silicona adecuados para sistemas de recubrimiento en disolvente. En ciertas modalidades, puede ser deseable evitar el empleo de modificadores de flujo que aumentan la capacidad de deslizamiento superficial del recubrimiento.

En ciertas modalidades de la presente invención, se controlan las condiciones ambientales de la síntesis. Por ejemplo, la síntesis puede llevarse a cabo a una temperatura ambiental en un rango de aproximadamente 50 a 80 grados

Fahrenheit (10 a 26.66 °C), en un rango de aproximadamente 58 a 78 grados Fahrenheit (14.44 a 25.55 °C), o en un rango de aproximadamente 65 a 74 grados Fahrenheit (18.33 a 23.33 °C). La humedad relativa a las temperaturas especificadas puede estar en un intervalo de aproximadamente 8 a 50 por ciento o en un rango de aproximadamente 36 a 43 por ciento.

El recubrimiento o capa de fácil limpieza de la presente invención se deposita sobre una superficie de un sustrato por métodos tales como recubrimiento por inmersión, recubrimiento por rotación, recubrimiento por flujo, recubrimiento por aspersión/pulverización, recubrimiento por vacío; deposición física de vapor; deposición de vapor químico; y deposición de vapor de plasma mejorado. La velocidad a la que el sustrato se retira de la solución de recubrimiento de fácil limpieza está en un intervalo de aproximadamente 1 a 10 milímetros por segundo o en un intervalo de aproximadamente 2 a 6 milímetros por segundo.

Después de la aplicación inicial de la capa de fácil limpieza, los disolventes contenidos en el recubrimiento o capa se evaporan por lo tanto dejando una capa sólida de material depositado sobre la superficie del sustrato o artículo. El recubrimiento o capa de fácil limpieza se cura térmicamente para eliminar cualquier disolvente residual que pueda estar presente y para iniciar una reacción química que

implica la condensación de alcóxidos de metal, por ejemplo silanoles, titanol, u otros restos de hidroxilo. El curado se logra en un rango de temperaturas, incluyendo la temperatura ambiente, durante aproximadamente 3 días; en un rango de
5 aproximadamente 70 a 130 grados Celsius durante aproximadamente 4 a 8 horas; en un rango de aproximadamente 100 a 130 grados Celsius durante aproximadamente 3 a 8 horas; y aproximadamente 200 grados Celsius durante aproximadamente 2-12 minutos. En ciertas modalidades, la temperatura de
10 curado puede ser restringida con base en los límites térmicos del sustrato o artículo recubierto y/o capas de recubrimiento ya depositadas sobre el sustrato o artículo.

En ciertas modalidades, la capa o recubrimiento de fácil limpieza resultante emplea una estructura de poros. Los poros
15 tienen un diámetro, por ejemplo, en un intervalo de aproximadamente 2 a 100 nanómetros o en un rango de aproximadamente 5 a 20 nanómetros.

En ciertas modalidades, el espesor de la capa o recubrimiento de fácil limpieza resultante está en un rango
20 de aproximadamente 5 a 500 nanómetros, en un intervalo de aproximadamente 30 a 150 nanómetros, o en un rango de aproximadamente 40 a 100 nanómetros. En ciertas modalidades, por ejemplo modalidades en las que la capa de fácil limpieza es la única capa funcional o recubrimiento sobre un sustrato

o artículo, el espesor de la capa o recubrimiento de fácil limpieza está en un intervalo de aproximadamente 1 a 30 nanómetros.

La capa o recubrimiento de fácil limpieza resultante es
5 ópticamente transparente y tiene una transmisión porcentual total de luz en un intervalo de aproximadamente 85 a 99 por ciento sobre una variedad de sustratos transparentes.

En ciertas modalidades de la presente invención, el recubrimiento de fácil limpieza curado tiene una energía
10 superficial en un intervalo de aproximadamente 30 a 90 milijulios por metro cuadrado. Con el fin de controlar y manipular la facilidad de limpieza del recubrimiento o la capa de fácil limpieza de la invención, los componentes dispersivos y polares de la energía superficial se controlan
15 cuidadosamente. En ciertas modalidades de la presente invención, el componente polar de la energía superficial del material de recubrimiento está en un intervalo de aproximadamente 14 a 40 milijulios por metro cuadrado, en un rango de aproximadamente 22 a 37 milijulios por metro
20 cuadrado, o en un rango de aproximadamente 28 a 37 milijulios por metro cuadrado.

En ciertas modalidades de la presente invención, el componente de dispersión de la energía superficial de recubrimiento del recubrimiento de fácil limpieza o capa está

en un intervalo de aproximadamente 20 a 40 milijulios por metro cuadrado o en un intervalo de aproximadamente 27 a 40 milijulios por metro cuadrado. Estos rangos de los componentes dispersivos y polares de la energía superficial del recubrimiento o capa de la presente invención de fácil
5 limpieza se mantienen después de la limpieza de la superficie de recubrimiento con soluciones típicas de limpieza. En diversas modalidades, los valores se mantienen dentro de al menos 10 por ciento.

10 La **Figura 1** muestra un sustrato 12 que tiene una superficie 8 que está recubierta con un recubrimiento o capa 14 de fácil limpieza de acuerdo con una modalidad de la presente invención. En esta modalidad, el recubrimiento de fácil limpieza 14 es el único recubrimiento aplicado a la
15 superficie 8 del sustrato 12.

En ciertas modalidades de la presente invención, como se muestra en la **Figura 2**, puede ser deseable emplear un adhesivo 16 sobre la superficie 8, entre el sustrato 12 y el recubrimiento de fácil limpieza 14.

20 Como se muestra en la **Figura 3**, en ciertas modalidades de la presente invención, el recubrimiento de fácil limpieza 14 se aplica en la parte superior de uno o más de otros recubrimientos funcionales o capas 18a a 18n. Los recubrimientos funcionales 18a a 18n pueden, por ejemplo,

impartir propiedades funcionales o características sobre el sustrato 12 tal como, pero no limitado a color, brillo, rendimiento anti-estático, resistencia a la abrasión o a la corrosión, fotocromismo, o polarización. Los números de referencia 18a a 18n están destinados a significar que el número de recubrimientos funcionales aplicados entre el sustrato 12 y el recubrimiento de fácil limpieza 14 no está limitado. Con fines de la claridad, se contempla que una o más capas de adhesivo 16 se pueden emplear en, entre, en, y/o en cualquiera de los recubrimientos funcionales 18a a 18n.

En ciertas modalidades de la presente invención, la presente invención proporciona una superficie de un artículo con una propiedad durable de fácil limpieza en combinación con la propiedad de anti-empañamiento o resistencia al empañamiento. En ciertas modalidades, un tratamiento químico húmedo de anti-empañamiento se aplica al recubrimiento de fácil limpieza o capa de tal manera que el ingrediente anti-empañamiento activo es capaz de penetrar en y/o dejar un residuo en el recubrimiento o capa de fácil limpieza que resulta una superficie que tiene tanto el comportamiento de anti-empañamiento y de facilidad de limpieza. Las propiedades de humectación del recubrimiento de fácil limpieza facilitan este proceso de tratamiento mediante la promoción de la

cobertura de la superficie de fácil limpieza con la solución anti-empañamiento.

El recubrimiento o capa de fácil limpieza de la presente invención se trata con un potenciador de rendimiento anti-
5 empañamiento tal como fluorosurfactantes no iónicos, por ejemplo, fluorosurfactante no iónico etoxilado basado en perfluoro de cadena corta, por ejemplo, S559 (Chemguard). La selección del promotor de rendimiento anti-empañamiento se hace de tal manera que el componente polar de la energía
10 superficial del recubrimiento del fácil limpieza se aumenta después del tratamiento con el potenciador de rendimiento anti-empañamiento de aproximadamente 14 milijulios por metro cuadrado a alrededor de 27 milijulios por metro cuadrado o de aproximadamente 40 milijulios por metro cuadrado.

15 El potenciador del rendimiento anti-empañamiento es empleado en ciertas modalidades de la presente invención, por ejemplo, mediante el uso de una mezcla de éteres, alcoholes, o combinaciones de similares, a una concentración en volumen en un intervalo de aproximadamente 0.5 a 30 por ciento o en
20 un rango de aproximadamente de 2 a 10 por ciento. El artículo recubierto de fácil limpieza puede ser empapado en la solución de potenciador de rendimiento anti-empañamiento o el potenciador de rendimiento anti-empañamiento se puede rociar sobre el artículo recubierto de fácil limpieza. Después del

secado de la solución anti-empañamiento sobre el recubrimiento de fácil limpieza, la superficie se puede pulir hasta aclararse o lavarse con disolventes tales como alcoholes, éteres, o combinaciones de similares. La penetración de la solución anti-empañamiento en los poros de la matriz de recubrimiento de fácil limpieza permite la preservación del comportamiento anti-empañamiento después de muchos ciclos de limpieza.

En la presente modalidad, el tratamiento del recubrimiento de fácil limpieza o capa con la solución anti-empañamiento no afecta el valor del componente de dispersión de la energía superficial del artículo recubierto. Por lo tanto, el componente de dispersión de la energía superficial debe permanecer en el rango de aproximadamente 20 a 40 milijulios por metro cuadrado o en un intervalo de aproximadamente 27 a 40 milijulios por metro cuadrado después de que el recubrimiento es sujeto a un tratamiento de anti-empañamiento de la superficie.

La **Figura 4** muestra el sustrato 12 que tiene un recubrimiento de fácil limpieza tratado con anti-empañamiento de acuerdo con una modalidad de la presente invención. En esta modalidad, el recubrimiento de fácil limpieza tratado con anti-empañamiento 24 es el único recubrimiento aplicado a la superficie 8 del sustrato 12.

En ciertas modalidades de la presente invención, como se muestra en la **Figura 5**, puede ser deseable emplear el adhesivo 16 sobre la superficie 8, entre el sustrato 12 y el recubrimiento de fácil limpieza tratado con anti-empañamiento 24.

Como se muestra en la **Figura 6**, en ciertas modalidades de la presente invención, el recubrimiento de fácil limpieza tratado con anti-empañamiento 24 se aplica en la parte superior de uno o más de otros recubrimientos funcionales o capas 18a a 18n. Los recubrimientos funcionales 18a a 18n pueden, por ejemplo impartir propiedades funcionales o características sobre el sustrato 12 tal como, pero no limitado a color, brillo, rendimiento anti-estático, resistencia a la abrasión o a la corrosión, fotocromismo, o polarización. Los números de referencia 18a a 18n están destinados a significar que el número de recubrimientos funcionales aplicados entre el sustrato 12 y el recubrimiento de fácil limpieza 14 no está limitado. Con fines de la claridad, se contempla que una o más capas de adhesivo 16 se pueden emplear en, entre, en, y/o en cualquiera de los recubrimientos funcionales 18a a 18n.

En ciertas modalidades de la presente invención, la presente invención proporciona una superficie de un artículo con un recubrimiento antirreflejante duradero con propiedades

de fácil limpieza. Con referencia a la **Figura 7**, de acuerdo con la presente modalidad, un sistema de pila o recubrimiento pre-ajustado antirreflejante 28 se aplica a una superficie del sustrato 12. Por ejemplo, la pila pre-ajustada antirreflejante 28 puede emplear, un sistema para alternar 5 capas de refracción de alto y bajo índice 26a a 26n.

Por ejemplo, las capas de refracción 26a a 26n pueden comprender capas alternas de dióxido de silicio y, o bien dióxido de titanio o de pentóxido de titanio; capas alternas 10 de dióxido de silicio y dióxido de circonio; o capas alternas de silicio, dióxido de silicio y dióxido de titanio. Los números de referencia 26a a 26n tienen la intención de significar que el número de capas de refracción aplicadas no está limitado.

15 La pila pre-ajustada antirreflejante 28 no tendrá propiedades antirreflejantes hasta que la capa de fácil limpieza o recubrimiento 14 sea aplicada como una capa final sobre la pila pre-ajustada antirreflejante 28. Una vez que la capa o recubrimiento de fácil limpieza 14 se aplique a la 20 pila pre-ajustada antirreflejante 28, se forma una pila ajustada antirreflejante 32.

En ciertas modalidades de la presente invención, un índice de refracción de la capa o recubrimiento de fácil limpieza resultante, es decir, el índice de refracción de un

artículo óptico que tiene una pila ajustada antirreflejante como se define anteriormente, está en un rango de aproximadamente 1.40 a 1.49 medido a 589 nanómetros.

En la presente modalidad, un adhesivo o adhesivos se pueden emplear en, entre, en, y/o en cualquiera de las otras capas funcionales o capas presentes en el sustrato.

En ciertas modalidades de la presente invención, la presente invención proporciona una superficie de un artículo con un recubrimiento durable antirreflejante con propiedades de fácil limpieza y propiedades de anti-empañamiento o de resistencia al empañamiento. Con referencia a la **Figura 8**, de acuerdo con la presente modalidad, la capa de fácil limpieza 14 que se muestra en la **Figura 7** se trata con el potenciador de rendimiento anti-empañamiento anteriormente descrito formando de esta manera el recubrimiento de fácil limpieza tratado con anti-empañamiento 24. De este modo resulta en una pila antirreflejante ajustada de fácil limpieza y anti-empañamiento 32.

EJEMPLOS: Síntesis de Lentes Oftálmicas

20 Antirreflejantes, Anti-Empañamiento y de Fácil Limpieza

Una solución de precursor (primera mezcla) se preparó añadiendo 156.4 ml de TMOS, 100.4 mililitros de organosilano bifuncional que posee un epóxido orgánico reactivo y grupos metoxisililo inorgánicos hidrolizables, por ejemplo

trimetoxisilano 3-glicidoxilpropil (Dynasylan GLYMO, Evonik Industries), y 310.8 mililitros de agua en 232.8 mililitros de metanol. La mezcla se agitó y se dejó hidrolizar durante un periodo de 4 horas, tiempo durante el cual la solución notablemente climatizada. Después de 4 horas, una vez que había comenzado la refrigeración, la solución de precursor se diluyó con 3.2 litros de metanol, y se coloca en un horno a 50 grados Celsius en una placa de agitación con una barra de agitación para la mezcla. La solución se calentó en el horno durante 4 días. La solución se retiró del horno y la propiedad hidrofílica se ensayó para evaluar el proceso de solución. Una vez verificada, se añadieron 200 mililitros de HCl 1.0N (hecho de 37 por ciento de suministro) para estabilizar el sol resultante mediante la prevención de envejecimiento y reacción adicionales. Esto produjo un total de 4.2 litros de una solución de 3.47 por ciento de sólidos.

Una vez que se midieron los sólidos, la solución se diluyó hasta un contenido de sólidos en peso de 0.86 por ciento. Esto se logró mediante la eliminación de 2117.6 mililitros de la solución de base a un recipiente de 2.5 litros, después de lo cual 1414.7 mililitros de metanol, 3010.0 mililitros de etanol, 890 mililitros de 1-metoxi-2-propanol (PGME), y 1565.3 mililitros de agua se añadieron, junto con 6.095 gramos de BYK333. El porcentaje final en peso

de solución de los componentes de la composición resultante se proporcionan en la **Figura 9**.

La viscosidad de la composición resultante era entre 1.2 y 1.5 centipoises ($\times 10^{-3}$ kg/m.s), y la densidad fue de
5 alrededor de 0.86 gramos por mililitro. La composición resultante, cuando se coloca en un recipiente de recubrimiento Weir, crea una capa de aproximadamente 50 nanómetros de espesor, más o menos 5 por ciento cuando se sumerge con una velocidad de extracción de 2.5 milímetros por
10 segundo a una humedad relativa entre 35 y 45 por ciento en la pila antirreflejante pre-ajustada especialmente diseñada, completando de esta manera la pila para dar lugar a un recubrimiento antirreflejante. El recubrimiento resultante se curó durante 3 horas a una temperatura de 120 grados Celsius.

15 La **Figura 10** muestra los datos porcentuales de reflexión para una lente que tiene una pila pre-templada antirreflejante (línea oscura) y la misma lente después de que la pila pre-ajustada antirreflejante se recubrió con el recubrimiento de fácil limpieza de la presente invención
20 (línea clara); es decir, después de la formación de una pila ajustada antirreflejante. La **Figura 11** muestra datos de color de lente de una lente que tiene una pila pre-ajustada antirreflejante y la misma lente después de que la pila pre-ajustada antirreflejante se recubrió con el recubrimiento de

fácil limpieza de la presente invención; es decir, después de la formación de una pila antirreflejante ajustada.

Las **Figuras 10** y **11** muestran las cualidades ópticas de la lente con la pila antirreflejante pre-ajustada, antes y
5 después de la aplicación del recubrimiento de limpieza. La pila pre-ajustada antirreflejante por sí sola tenía un recubrimiento altamente reflejante de color rojo-oro. La adición de la capa de limpieza con un espesor de 50 nanómetros +/- 5 nanómetros cambió el color de la pila pre-
10 ajustada antirreflejante a un verde antirreflejante deseable, ya que el recubrimiento lavable completa la pila antirreflejante.

El recubrimiento lavable fue tratado con un aditivo anti- empañamiento por inmersión de la lente recubierta en una
15 solución de 2% de S559 (Chemguard) en etanol, y después pulir la superficie con un paño de microfibra TX1009 después de que había secado al aire para eliminar el S559 residual.

Rendimiento Anti-empañamiento: El rendimiento anti-
empañamiento de la lente recubierta antirreflejante con anti-
20 empañamiento de fácil limpieza, anteriormente descrita, se analizó mediante la colocación de la lente en un vaso de precipitados de agua calentada a 60 grados centígrados durante varios minutos. No se observó el empañamiento en la superficie de la lente recubierta.

Rendimiento de Facilidad de Limpieza: El rendimiento de fácil limpieza de la lente recubierta antirreflejante con anti-empañamiento de fácil limpieza, anteriormente descrita, se analizó y se comparó con otros productos comercializados como de fácil limpieza. El análisis empleó la aplicación de un aceite de piel artificial, también conocido como sebo sintético (Scientific Services S/D Inc.) a la superficie recubierta de la lente de la presente invención, la muestra "C" y de dos lentes oftálmicas comercializadas como que tienen diferentes propiedades de antirreflexión y de fácil limpieza, las muestras "A" y "B"

La bruma de la lente se midió con un BYK-Gardner Haze-gard plus, Cat. N° 4725 antes de la aplicación de sebo, "inicial"; después de la aplicación del sebo, "Sebo"; después de 5 pasos de limpieza, "5 pasos"; después de 10 pasos de limpieza, "10 pasos"; después de 15 pasos de limpieza, "15 pasos". Después de la lectura del "Sebo", cada superficie de ensayo se sometió a limpieza con un material especificado (una tela de poliéster, por ejemplo TX1009) para un número dado de toallitas (medición de turbidez hecha por número de ciclos) bajo un peso (0.5 libras para la prueba en el aquí descrita) con un área de contacto de aproximadamente 1.7 a 1.8 pulgadas cuadradas. La limpieza de material de tela se sustituye después de 5 a 6 toallitas. Los valores de turbidez

son reportados por el número de ciclos o pasos de limpieza. Un valor de turbidez más alto indica más pérdida de la claridad óptica.

Los resultados del ensayo se muestran cuantitativamente en la **Figura 12** y gráficamente en la **Figura 13**. Como se observa a partir de estos datos, la lente recubierta antirreflejante con anti-empañamiento de fácil limpieza de la presente invención, muestra C, mostró una menor turbidez que las muestras de mercado A y B después de cada uno de 5, 10 y 15 pasos de limpieza. Por lo tanto, la lente de acuerdo con la presente invención muestra una mayor facilidad de limpieza que las lentes que se comercializan actualmente como de "fácil limpieza" probada.

Aunque la invención se ha descrito en términos de modalidades y aplicaciones particulares, un experto ordinario en la técnica, a la luz de esta descripción, puede generar modalidades y modificaciones adicionales sin apartarse del espíritu de o que excedan el alcance de la invención reivindicada. En consecuencia, debe entenderse que los dibujos y descripciones en este documento son proporcionados a modo de ejemplo para facilitar la comprensión de la invención y no se deben interpretar para limitar el alcance de la misma, ya que el alcance sólo quedará definido por las reivindicaciones anexas.