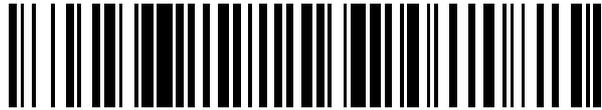


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 573**

21 Número de solicitud: 201890082

51 Int. Cl.:

F24S 70/25 (2008.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

25.09.2017

30 Prioridad:

24.01.2017 JP 2017-010110

25.09.2017 WO PCT/JP2017/034545

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.02.2019

71 Solicitantes:

NANO FRONTIER TECHNOLOGY CO., LTD.

(100.0%)

3-10-6, Osaki, Shinagawa-ku

1410032 Tokyo JP

72 Inventor/es:

TSUDA, Kaoru y

YASUSHI, Murakami

74 Agente/Representante:

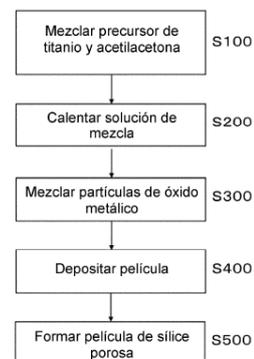
EZCURRA ZUFIA, Maria Antonia

54 Título: **Película colectora térmica para generación de energía solar térmica y método de fabricación de la misma**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a una película colectora térmica para generación de energía solar térmica que tiene una excelente resistencia a la oxidación térmica y una alta tasa de absorción de luz, y un método de fabricación de la misma. Esta película colectora térmica para generación de energía solar térmica tiene una estructura de red de partículas compuestas que comprenden: partículas de óxido metálico que contienen principalmente dos o más tipos de metales seleccionados entre Mn, Cr, Cu, Zr, Mo, Fe, Co, y Bi; y óxido de titanio que cubre parcial o enteramente la superficie de estas partículas. La rugosidad media aritmética de la superficie de la película es de 1,0 μm o más y la relación del área de la superficie de la red de partículas compuestas con respecto al área de la superficie plana de la película es de 7 o más.

[Figura 1A]



DESCRIPCIÓN

La presente solicitud reclama la prioridad basada en la solicitud de patente japonesa No. 2017-10110 presentada en Japón el 24 de enero de 2017, y todo el contenido descrito en esta solicitud se incorpora totalmente por referencia en la presente descripción. Además, todo el contenido descrito en todas las patentes, solicitudes de patente y documentos, citados en la presente solicitud se incorpora totalmente por referencia en la presente descripción.

Campo Técnico

La presente invención se refiere a una película colectora térmica aplicable para generación de energía solar térmica y método de fabricación de la misma.

Técnica Previa

En estos últimos años, desde el punto de vista de problemas ambientales, agotamiento de recursos de energía fósiles, etc., se está aumentando la necesidad de la energía alternativa a los combustibles fósiles. Como método para generar electricidad utilizando la luz solar, que es recursos representativos de la energía natural, son conocidas la generación de energía solar fotovoltaica y la generación de energía solar térmica. La generación de energía solar fotovoltaica es un método para convertir directamente la luz solar en energía eléctrica, y su uso práctico está difundido actualmente en todo el mundo. Por otra parte, la generación de energía solar térmica es un método para generar electricidad mediante la rotación de turbinas utilizando como fuente de calor la luz solar colectada. Este método está atrayendo las atenciones en estos últimos años porque la conversión de la luz solar en calor permite realizarse una conversión energética más eficaz que la conversión de la luz solar en electricidad (por ejemplo vea el Documento de Patente 1).

Como película colectora térmica que se utiliza en los colectores térmicos de la generación de energía solar térmica, se encuentra en uso, por ejemplo, una película que comprende el nitruro de cromo, pero el nitruro de cromo presenta un problema preocupante de gran carga ambiental. Por esta razón se encuentra propuesta una película fina de oxinitruro de

titanio que tiene propiedades de absorber la luz visible (por ejemplo vea el Documento de Patente 2). Además, se encuentra divulgada la mejora de la tasa de absorción de la luz visible conseguida por medio de la adición de carbono en oxinitruro de titanio (por ejemplo vea el Documento de Patente 3). Además, el inventor de la presente invención, previamente a la presente invención, inventó una película que comprende óxido de titanio y nanotubos de carbono, obteniendo éxito en el desarrollo de una película colectora térmica con una practicidad más alta que las películas tradicionales (vea el Documento de Patente 4).

Lista de Citas

10 Literatura de Patente

Documento de Patente 1: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa No Examinada No. 2015-148205

Documento de Patente 2: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa No Examinada No. 9-507095

15 Documento de Patente 3: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa No Examinada No. 2006-001820

Documento de Patente 4: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa No Examinada No. 2012-201589

20 Compendio de la Invención

Problema a Resolver por la Invención

En la película descrita en el Documento de Patente 2 el oxinitruro de titanio permite absorber la luz visible. En la película descrita en el Documento de Patente 3 el oxinitruro de titanio permite absorber la luz visible, y además, con la adición de carbono se pueden mejorar la tasa de absorción de la luz visible y la radiación de la luz infrarroja. No obstante, se está requiriendo conseguir una colección térmica más eficiente a través de mejorar aún más la tasa de absorción de luz de la película.

La película colectora térmica desarrollada anteriormente por el inventor de la presente invención, es decir la película preparada por la adición de nanotubos de carbono en óxido de

titanio, tiene propiedades más excelentes que las películas tradicionales. No obstante, el carbono presenta una posibilidad de consumirse al ser oxidado a altas temperaturas, y por lo tanto para promover el uso práctico de la generación de energía solar térmica, se está deseando conseguir una película con una excelente resistencia a la oxidación térmica que permita su uso a temperaturas más altas.

La presente invención se ha realizado respondiendo a tal deseo, y tiene objetivo de proporcionar una película colectora térmica para generación de energía solar térmica que tiene una excelente resistencia a la oxidación térmica y una alta tasa de absorción de luz, y un método de fabricación de la misma.

Medidas para Resolver el Problema

Como resultado de los estudios intensivos del inventor de la presente invención y otros interesados, para alcanzar el objetivo arriba mencionado, se ha llegado a la realización de la presente invención al conocer que se puede obtener una película adecuada para los colectores de luz destinados a la generación de energía solar térmica, por medio de la formación de una película que consiste en revestimiento de una película de óxido de titanio en el interior y en el exterior de un cuerpo estructural poroso (denominado también como película tridimensional) en que las partículas de óxido metálico con una resistencia a la oxidación térmica más alta que los nanotubos de carbono se encuentran unidas parcialmente entre sí. Más concretamente descrito, el objetivo de la presente invención se ha conseguido mediante las medidas abajo mencionadas.

[0010]

(1) Una modalidad de realización de la presente invención consiste en una película colectora térmica para generación de energía solar térmica que tiene una estructura de red de partículas compuestas que comprenden: partículas de óxido metálico que contienen principalmente dos o más tipos de metales seleccionados entre Mn, Cr, Cu, Zr, Mo, Fe, Co, y Bi; y óxido de titanio que cubre parcial o enteramente la superficie de estas partículas; en donde la rugosidad media aritmética de la superficie de la película es de 1,0 μm o más y la

relación del área de la superficie de la red de partículas compuestas con respecto al área de la superficie plana de la película es de 7 o más.

(2) Una otra modalidad de realización de la presente invención consiste preferiblemente en una película colectora térmica para generación de energía solar térmica en que el óxido metálico contiene principalmente dos o más tipos de metales seleccionados entre Cr, Mn y Cu.

(3) Una otra modalidad de realización de la presente invención consiste preferiblemente en una película colectora térmica para generación de energía solar térmica que comprende además una película de sílice porosa en la superficie más externa.

(4) Una otra modalidad de realización de la presente invención consiste preferiblemente en una película colectora térmica para generación de energía solar térmica cuya reflectancia de luz en la región de la luz visible con longitud de onda de 400-700 nm es inferior a 5,0%.

(5) Una modalidad de realización de la presente invención consiste en un método para fabricar una cualquiera de las precedentes películas colectoras térmicas para generación de energía solar térmica que incluye una primera etapa de mezcla en que se mezclan alcóxido de titanio (A) y por lo menos uno de entre acetilacetona y acetoacetato de etilo (B) de modo que la relación molar entre (A):(B) sea 1:1 o más; una segunda etapa de mezcla en que en una solución obtenida después de la primera etapa de mezcla se mezclan las partículas de óxido metálico que contienen principalmente dos o más tipos de metales seleccionados entre Mn, Cr, Cu, Zr, Mo, Fe, Co, y Bi; y una etapa de depósito de película en que se deposita una película proporcionando una mezcla obtenida después de la segunda etapa de mezcla en una placa de base.

(6) Una otra modalidad de realización de la presente invención consiste preferiblemente en un método para fabricar una película colectora térmica para generación de energía solar térmica en que la etapa de depósito de película es una etapa para pulverizar la mezcla sobre la placa de base calentada a 250-400°C.

(7) Una otra modalidad de realización de la presente invención consiste preferiblemente en un método para fabricar una película colectora térmica para generación de energía solar térmica en que la etapa de depósito de película incluye una etapa para pulverizar la mezcla

sobre la placa de base con temperatura de menos de 250°C y una etapa para calentar la mezcla a 250°C-400°C después de la etapa para pulverizar.

5 (8) Una otra modalidad de realización de la presente invención consiste preferiblemente en un método para fabricar una película colectora térmica para generación de energía solar térmica en que el óxido metálico contiene principalmente dos o más tipos de metales entre Cr, Mn y Cu.

10 (9) Una otra modalidad de realización de la presente invención consiste preferiblemente en un método para fabricar una película colectora térmica para generación de energía solar térmica que incluye además una etapa de formación de película de sílice para formar una película de sílice porosa en la superficie más externa.

15 (10) Una otra modalidad de realización de la presente invención consiste preferiblemente en un método para fabricar una película colectora térmica para generación de energía solar térmica en que la reflectancia de luz en la región de la luz visible con longitud de onda entre 400-700 nm es inferior a 5,0%.

Efectos Ventajosos de la Invención

Según la presente invención, se puede obtener una película colectora térmica para generación de energía solar térmica que tiene una excelente resistencia a la oxidación térmica y una alta tasa de absorción de luz.

20 Breve Descripción de Dibujos
La Figura 1A indica el flujo de las etapas principales del método de fabricación de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica a que se refiere esta modalidad de realización.

25 La Figura 1B indica el flujo de las etapas principales del método de fabricación de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica a que se refiere una otra modalidad de realización.

La Figura 1C indica el flujo de las etapas principales del método de fabricación de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica a que se refiere aún otra modalidad de realización.

5 La Figura 2 indica el resultado del respectivo análisis por rayos X de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica obtenida por el calentamiento a 315°C y de la misma película calentada posteriormente a 400°C.

La Figura 3 indica las fotografías SEM para comparar las formas de las películas preparadas con el cambio de la relación molar entre TTiP y AcAc (ejemplos de experimento 1-7).

10 La Figura 4 indica las fotografías SEM de las respectivas superficies de las películas preparadas con las condiciones de los ejemplos de experimento 8-10.

La Figura 5 indica las fotografías SEM de las superficies de las películas obtenidas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 1 y del ejemplo de experimento 21 (5A es la fotografía del ejemplo de experimento 1 y 5B es la fotografía del ejemplo de experimento 21).

15 La Figura 6 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 1 y del ejemplo de experimento 21 (920 película tridimensional, 920 película lisa) y de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 11 y del ejemplo de experimento 22 (3702 película tridimensional, 3702 película lisa).

20 La Figura 7 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 12 y del ejemplo de experimento 23 (3402 película tridimensional, 3402 película lisa) y de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 13 y del ejemplo de experimento 24 (6331 película tridimensional, 6331 película lisa).

25 La Figura 8 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 14 y del ejemplo de experimento 25 (965 película tridimensional, 965 película lisa) y de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 15 y del ejemplo de experimento 26 (1G película tridimensional, 1G película lisa).

La Figura 9 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 16 y del ejemplo de experimento 27 (302A película tridimensional, 302A película lisa) y de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 17 y del ejemplo de experimento 28 (303B película tridimensional, 303B película lisa).

La Figura 10 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 18 y del ejemplo de experimento 29 (6301 película tridimensional, 6301 película lisa) y de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 19 y del ejemplo de experimento 30 (6340 película tridimensional, 6340 película lisa).

La Figura 11 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 20 y del ejemplo de experimento 31 (444 película tridimensional, 444 película lisa).

La Figura 12 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 1 y del ejemplo de experimento 21 (920 película tridimensional, 920 película lisa).

La Figura 13 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 11 y del ejemplo de experimento 22 (3702 película tridimensional, 3702 película lisa).

La Figura 14 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 12 y del ejemplo de experimento 23 (3402 película tridimensional, 3402 película lisa).

La Figura 15 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 13 y del ejemplo de experimento 24 (6331 película tridimensional, 6331 película lisa).

5 La Figura 16 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 14 y del ejemplo de experimento 25 (965 película tridimensional, 965 película lisa).

10 La Figura 17 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 16 y del ejemplo de experimento 27 (302A película tridimensional, 302A película lisa).

15 La Figura 18 indica en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 17 y del ejemplo de experimento 28 (303B película tridimensional, 303B película lisa).

La Figura 19 indica las fotografías SEM para comparar la forma de la película de base (3250 película lisa) y la de la película de absorción de luz (3250 película tridimensional), preparadas en el ejemplo de experimento 32.

20 La Figura 20 representa un diagrama que indica la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las condiciones del ejemplo de experimento 32 (3250 película lisa, 3250 película tridimensional).

25 La Figura 21 representa diagramas que indican la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las condiciones del ejemplo de experimento 32 (3250 película tridimensional, 3250 película lisa).

La Figura 22 indica el resultado de medición de la tasa de absorción de luz antes de la prueba de resistencia térmica de 8 muestras (películas de tres capas) preparadas en el ejemplo de experimento 32.

La Figura 23 indica el resultado de medición de la tasa de absorción de luz antes de la prueba de resistencia térmica de la película (muestra 8) preparada en el ejemplo de experimento 32.

La Figura 24 indica el resultado de medición de la tasa de absorción de luz antes y después de la prueba de resistencia térmica a temperatura de 600°C de las películas (muestras 6 y 7) preparadas en el ejemplo de experimento 32.

La Figura 25 indica el resultado de medición de la tasa de absorción de luz antes y después de la prueba de resistencia térmica a temperatura de 750°C de las películas (muestras 4 y 5) preparadas en el ejemplo de experimento 32.

La Figura 26 indica el resultado de medición de la tasa de absorción de luz antes y después de la prueba de resistencia térmica a temperatura de 850°C de las películas (muestras 1, 2 y 3) preparadas en el ejemplo de experimento 32.

Modalidad para la Realización de la Invención

A continuación, se describe una modalidad de realización adecuada de la presente invención de acuerdo con las Figuras. A propósito, la modalidad de realización descrita a continuación no limita la invención a que se refieren las Reivindicaciones, y además los elementos descritos en la modalidad de realización y sus combinaciones no son todos necesariamente indispensables para las medidas de resolución de la presente invención.

1. Materiales de composición de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica

La película colectora térmica para generación de energía solar térmica a que se refiere la presente modalidad de realización tiene una estructura de red de partículas compuestas que comprenden las partículas de óxido metálico y el óxido de titanio que cubre parcial o enteramente la superficie de estas partículas. La película colectora térmica para generación de energía solar térmica comprende preferiblemente una película de sílice porosa en su superficie más externa. A propósito, La película colectora térmica para generación de energía solar térmica puede contener otros materiales, además de las partículas de óxido metálico, óxido de titanio que cubre la superficie de estas partículas, y sílice porosa que cubre la superficie más externa de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica.

(1) Partículas de óxido metálico

Las partículas de óxido metálico que forman la película colectora térmica para generación de energía solar térmica tiene preferiblemente un tamaño medio de partícula comprendido entre 0,5-5 μm . El tamaño de partícula, incluido este tamaño medio de partícula, se ha medido por el método de dispersión de difracción de láser. El óxido metálico consiste en partículas de óxido metálico que contienen principalmente dos o más tipos de metales seleccionados entre Mn, Cr, Cu, Zr, Mo, Fe, Co, y Bi.

Como óxido metálico adecuado se pueden citar:

- (a) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Cr, Mn, Cu, Mo, Zr;
- 10 (b) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Cr, Mn, Cu, Zr;
- (c) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Mn, Fe, Co;
- (d) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Cu, Mo, Fe;
- (e) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Cr, Cu, Zr;
- (f) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Cr, Cu;
- 15 (g) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Cr, Mn, Cu, Mo;
- (h) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Cr, Mn, Cu;
- (i) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Mn, Bi;
- (j) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Cr, Fe;
- (k) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Mn, Fe; y
- 20 (l) óxido metálico que contiene principalmente cada óxido de Cr, Cu, Fe.

El óxido metálico puede ser una mezcla de varios tipos de óxidos metálicos individuales, además de un óxido compuesto en que varios tipos de metales componen un óxido. Por ejemplo, se puede indicar adecuadamente como ejemplo un óxido compuesto que tiene estructura de espinela. Entre los óxidos metálicos arriba mencionados como ejemplos, es particularmente preferible el óxido metálico que contiene principalmente dos o más metales entre Cr, Mn y Cu.

(2) Película de óxido de titanio

El óxido de titanio tiene una forma de película que cubre la superficie de las partículas de óxido metálico. El óxido de titanio puede cubrir tanto toda la superficie como una parte de la

superficie de estas partículas. Las partículas de óxido metálico forman la armadura de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica y componen un cuerpo poroso de forma de red tridimensional. Hay casos en que el óxido de titanio se encuentra interpuesto en la región de unión entre las partículas, pero también hay casos en que no se encuentra interpuesto. El óxido de titanio tiene preferiblemente una estructura cristalina de tipo anatasa en la etapa en que no está utilizado como parte del colector de luz para la generación de energía solar térmica. No obstante, al ser utilizado como parte del colector de luz, se somete a una alta temperatura, lo cual puede convertir su estructura cristalina en estructura tipo rutilo. A propósito, la película de óxido de titanio puede tener una estructura cristalina de tipo rutilo desde el principio.

(3) Película de sílice porosa

La película de sílice porosa es una película que cubre la superficie más externa de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica. Se requiere que esta película sea capaz de resistir a la expansión térmica cuando se expanden térmicamente la película colectora térmica para generación de energía solar térmica y la placa de base en la que se encuentra formada esta película. La formación de la película de sílice porosa se realiza para que la película tridimensional porosa no se destruya y además resista a la expansión térmica.

2. Forma y propiedades de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica

La película colectora térmica para generación de energía solar térmica es una película formada sobre una placa de base y consiste en una película de cuerpo poroso (se puede denominar también como película tridimensional) que tiene una multitud de poros (pueden ser tanto poros abiertos como poros cerrados). Como placa de base, es preferible una placa que utiliza un material metálico con alta conductividad térmica, tales como placa de acero, placa de cobre, placa de aluminio, placa de acero recubierta de aluminio, placa de acero recubierta de aleación a base de aluminio, placa de acero recubierta de cobre, placa de acero recubierta de estaño, placa de acero recubierta de cromo o placa de acero inoxidable, superaleación de base de níquel, etc. El uso de un material metálico con alta conductividad térmica como placa de

base facilita que el calor transmitido a la placa de base a partir de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica sea transmitido posteriormente al objeto de calentamiento. Es más preferible utilizar, entre estos materiales, como placa de base los materiales con alta resistencia térmica tales como placa de acero inoxidable o superaleación de base de níquel, etc. La película de cuerpo poroso tiene preferiblemente una relación del área de la red de partículas compuesta (S_2) con respecto al área proyectada de la película (área de la superficie plana de la película: S_1) ($= S_2/S_1$) de 7 o más, y más preferiblemente 8 o más, Cuanto más grande sea la relación S_2/S_1 , más grande será la superficie que aumenta debido a la existencia de poros en el cuerpo poroso. Por lo tanto, es preferible que la película colectora térmica para generación de energía solar térmica comprenda una multitud de poros que tengan una área superficial 7 veces o más grande, y preferiblemente 8 veces o más grande que el área proyectada de la superficie de la película. Es preferible que la rugosidad, definida como rugosidad media aritmética (R_a), de la superficie de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica sea de $1,0 \mu\text{m}$ o más. Además, es preferible que la altura máxima (R_z) de la superficie de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica sea de $14 \mu\text{m}$ o más, y más preferiblemente $16 \mu\text{m}$ o más. En caso de que el óxido metálico contenga principalmente dos o más tipos de metales entre Cr, Mn y Cu, es preferible que R_a sea de $1,0 \mu\text{m}$ o más.

El "área proyectada" es una área de una región de medición (visión microscópica) vista desde la dirección vertical a la superficie de la placa de base (dirección de espesor de la placa de base). "Área superficial 7 veces o más grande que el área proyectada" significa que el área superficial real en la región de medición es 7 veces o más grande que el área proyectada de la región de medición. Para el área superficial con respecto al área proyectada, R_a y R_z , se pueden emplear los valores medidos por medio de la microscopia de láser para medición de formas.

La película de cuerpo poroso en que la red de partículas de óxido metálico se encuentra recubierta de película de óxido de titanio puede ser formada directamente sobre la placa de base, pero también puede ser formada sobre un material de base que contiene óxido metálico y óxido de titanio, que se forma sobre la placa de base.

La película colectora térmica para generación de energía solar térmica a que se refiere esta modalidad de realización, es preferiblemente una película cuya reflectancia de luz en la región de la luz visible con longitud de onda de 400 nm-700 nm (Esta expresión tiene el mismo significado que 400 nm o más y 700 nm o menos. Se entiende que el signo "-" incluye también los valores indicados antes y después del mismo. En adelante este signo se entiende de misma manera.) es inferior a 5,0%. "La reflectancia de luz es inferior a 5,0%" significa que "la tasa de absorción de luz es de 95% o más". En la región de longitud de onda de la luz solar, una baja reflectancia de luz (es decir, una alta tasa de absorción de luz) en la región de un determinado rango de longitud de onda de 400-700 nm tiene una importancia en el punto de vista de colección térmica. En caso de que la película se utilice a una alta temperatura (800-900°C) como en la generación de energía solar térmica de tipo torre, se considera que la radiación térmica se inicia en la longitud de onda de alrededor de 700 nm. Por eso se considera que es deseable que la tasa de absorción de luz sea particularmente alta en el rango de longitud de onda de 400 nm-700 nm. Además, no solo en la región de la luz visible de 400-700 nm sino también en la región de longitud de onda superior a 700 nm, es deseable que la reflectancia de luz de la película colectora térmica sea preferiblemente inferior a 20%, y más preferiblemente inferior a 15%, y aún más preferiblemente inferior a 10%.

3. Método de fabricación de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica

La Figura 1A indica el flujo de las etapas principales de un método de fabricación de una típica película colectora térmica para generación de energía solar térmica a que se refiere esta modalidad de realización.

El método de fabricación de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica a que se refiere esta modalidad de realización comprende, como mostrado en la Figura 1A, preferiblemente, una primera etapa de mezcla (S100) para mezclar precursor de titanio y acetilacetona; una etapa de calentamiento de solución de mezcla (S200) para calentar la solución de mezcla, mezclada en la primera etapa de mezcla; una segunda etapa de mezcla (S300) para mezclar, posteriormente a la etapa anterior, las partículas de óxido metálico que contienen principalmente dos o más tipos de metal seleccionados entre Mn, Cr, Cu, Zr, Mo, Fe,

Co, y Bi; una etapa de depósito de película (S400) para depositar una película proporcionando sobre la placa de base una mezcla obtenida después de la segunda etapa de mezcla; y una etapa de formación de película de sílice (S500) para formar una película de sílice porosa en la superficie más externa de la película colectora térmica para generación de energía solar
 5 térmica. Aquí la etapa de depósito de película es una etapa para pulverizar la mezcla sobre la placa de base calentada preferiblemente a 250-400°C, y más preferiblemente a 280-360°C.

Además, un otro método de fabricación de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica comprende, como mostrado en la Figura 1B, preferiblemente, después de las etapas arriba mencionadas (S100-S300), una etapa de pulverización (S410) para
 10 pulverizar la mezcla sobre la placa de base con temperatura inferior a 250°C; y una etapa de calentamiento para calentar, después de la etapa de pulverización, la mezcla a 250-400°C, y más preferiblemente a 280-360°C (S420). En esta etapa de calentamiento se puede calentar la placa de base provista de mezcla o calentar la mezcla haciendo contactar o acercando la fuente de calor a la mezcla.

15 A continuación, se describen más detalladamente las respectivas etapas de cada método de fabricación mostradas en la Figura 1A.

- Respectivas etapas de la Figura 1A -

(1) Primera etapa de mezcla (S100)

En la primera etapa de mezcla se mezclan precursor de óxido de titanio y por lo menos uno de entre acetilacetona y acetoacetato de etilo. El precursor de óxido de titanio puede
 20 convertirse en óxido de titanio mediante la pirólisis. Como precursor de óxido de titanio, existen los compuestos de titanio orgánicos y compuestos de titanio inorgánicos. La mezcla puede realizarse utilizando cualquier aparato como agitador, agitador magnético, generador ultrasónico, etc. La relación adecuada entre el precursor de óxido de titanio (A) y por lo menos
 25 uno de entre acetilacetona y acetoacetato de etilo (B) es, al ser representada como relación molar, A:B = 1:1 y más, preferiblemente 1:1,5 o más, y aún más preferiblemente A:B = 1:1,5-4.

Como compuestos de titanio orgánicos se pueden citar: tetrametóxido de titanio, tetraetóxido de titanio, tetraarilóxido de titanio, tetra-n-propóxido de titanio, tetraisopropóxido de titanio, tetra-n-butóxido de titanio, tetraisobutóxido de titanio, tetra-sec-butóxido de titanio, tetra-

t-butóxido de titanio, tetra-n-pentilóxido de titanio, tetraciclopentilóxido de titanio, tetrahexilóxido de titanio, tetraciclohexilóxido de titanio, tetrabenzilóxido de titanio, tetraoctilóxido de titanio, tetraquis de titanio (2-etilhexilóxido), tetradecilóxido de titanio, tetradodecilóxido de titanio, tetraestearilóxido de titanio, dímero tetrabutóxido de titanio, tetraquis de titanio (8-
5 hidroxioctilóxido), bis diisopropóxido de titanio (2-etil-1,3-hexanodiolato), bis (2-etilhexiloxi) bis (2-etil-1,3-hexanodiolato) de titanio, tetraquis de titanio (2-cloroetóxido), tetraquis de titanio (2-bromoetóxido), tetraquis de titanio (2-metoxietóxido), tetraquis de titanio (2-etoxietóxido), butóxido trimetóxido de titanio, dibutóxido dimetóxido de titanio, butóxido trietóxido de titanio, dibutóxido dietóxido de titanio, butóxido triisopropóxido de titanio, dibutóxido diisopropóxido de
10 titanio, tetrafenóxido de titanio, tetraquis de titanio (o-clorofenóxido), tetraquis de titanio (m-nitrofenóxido), tetraquis de titanio (p-metilfenóxido), tetraquis de titanio (trimetilsililóxido), bis (acetilacetato) de diisopropóxi titanio, di-n-butóxi bis (trietanolaminato) titanio, estearato de titanio, isopropóxi octileno glicolato de titanio, polímero de tetraisopropóxi titanio, polímero de tetra-n-butóxi titanio, dihidroxi-bis (lactato) titanio, bis (etil-aceto-acetato) de propano dióxi
15 titanio, bis (oxalato de monoamonio) de oxotitanio, monoestearato de tri-n-butóxi titanio, diestearato de diisopropóxi titanio, sal de dihidroxi bis (lactato) de amonio de titanio, etc. Estos compuestos de titanio orgánicos se emplean individualmente o en combinación de dos o más tipos de compuestos.

De estos compuestos de titanio orgánicos, el tetraisopropóxido de titanio puede ser
20 utilizado más preferiblemente debido a la estabilidad de preservación de materiales, la selectividad de disolventes, la relación entre la temperatura de pirólisis y la temperatura de cristalización, la adhesividad a la placa de base, etc. Además, se puede citar, como compuesto de titanio inorgánico, el cloruro de titanio ($TiCl_4$), etc. A propósito, se pueden utilizar los compuestos de titanio orgánicos y los compuestos de titanio inorgánicos mezclando entre sí.

25 El precursor de óxido de titanio puede ser utilizado como está, o también se puede utilizar como solución o líquido de dispersión, tales como solución coloidal, emulsión o suspensión, empleando disolvente o medio de dispersión. Particularmente, en caso de pulverizar el precursor de óxido de titanio mediante el pulverizador, es preferible utilizar el precursor de óxido de titanio como solución o líquido de dispersión para aumentar su fluidez.

Como disolvente o medio de dispersión empleado para que el precursor de óxido de titanio sea utilizado como solución o líquido de dispersión, se pueden utilizar adecuadamente los alcoholes, tales como etanol, metanol, propanol, butanol; hexano, tolueno, clorobenceno, cloruro de metilo, percloretileno, etc. Además, el disolvente o medio de dispersión puede
5 contener una pequeña cantidad de agua.

Por lo menos uno de entre acetilacetona y acetoacetato de etilo contribuye a elevar la temperatura en que el precursor de óxido de titanio (preferiblemente compuesto de titanio orgánico, y más preferiblemente alcóxido de titanio) se descompone por pirólisis, convirtiéndose en óxido de titanio. Como resultado de reacción entre acetilacetona o
10 acetoacetato de etilo y el precursor de óxido de titanio, se produce un complejo de titanio-acetilacetona o el complejo de titanio-acetoacetato de etilo. Para que estos complejos se descompongan por pirólisis y se conviertan en óxido de titanio, se necesita una temperatura relativamente alta. En cambio, el malonato de dietilo presenta un enlace de coordinación más débil que el de acetilacetona y acetoacetato de etilo, siendo baja la temperatura de
15 descomposición del complejo producido mediante el enlace de coordinación, por lo tanto el malonato de dietilo se descompone antes de la producción del óxido. Se considera que esta diferencia en la temperatura de descomposición del complejo de titanio influye en la formación o no de la película porosa.

(2) Etapa de calentamiento de solución de mezcla (S200)

La etapa de calentamiento de solución de mezcla es una etapa en que se calienta la solución de mezcla obtenida después de la primera etapa de mezcla para hacer reaccionar el precursor de óxido de titanio con por lo menos uno de entre acetilacetona y acetoacetato de etilo. Con esta reacción se produce el complejo de titanio-acetilacetona en caso de haberse empleado la acetilacetona, y se produce el complejo de titanio-acetoacetato de etilo en caso de
25 haberse empleado el acetoacetato de etilo. La temperatura para calentar la solución de mezcla es de 60-100°C, preferiblemente 70-90°C, y más preferiblemente 75-85°C. No hay limitación con respecto al tiempo de calentamiento, pero adecuadamente 2-12 horas, y más adecuadamente 4-8 horas.

(3) Segunda etapa de mezcla (S300)

La segunda etapa de mezcla es una etapa en que se mezclan las partículas de óxido metálico que contienen principalmente dos o más tipos de metal seleccionados entre Mn, Cr, Cu, Zr, Mo, Fe, Co, y Bi, en la solución obtenida después de la primera etapa de mezcla. Antes de proceder a la mezcla, es preferible diluir la solución de mezcla obtenida en la primera etapa de mezcla (se puede denominar también como solución de reacción) con alcohol (adecuadamente alcohol isopropílico), etc. La relación entre la solución de mezcla arriba mencionada (X) y el alcohol para dilución (Y) es, al ser representada como relación de masas, preferiblemente $X:Y = 1:1-6$, preferiblemente $X:Y = 1:2-4$. Las partículas de óxido metálico (A) se mezclan en la solución diluida con alcohol, etc. (B) de modo que la relación de masas resulte ser $A:B = 1:10-100$, y más preferiblemente $A:B = 1:20-50$. Esta mezcla se puede hacer, al igual que la primera etapa de mezcla, con cualquier aparato como agitador, agitador magnético, generador ultrasónico, etc.

(4) Etapa de depósito de película (S400)

La etapa de depósito de película es una etapa para depositar una película proporcionando sobre la placa de base la mezcla obtenida después de la segunda etapa de mezcla. En esta etapa de depósito de película, se pulveriza la mezcla de la etapa anterior sobre la placa de base calentada a $250-400^{\circ}\text{C}$ y más preferiblemente $280-360^{\circ}\text{C}$. La etapa de pulverización se realiza adecuadamente utilizando pulverizador. Sobre la placa de base cuya temperatura ha sido elevada hasta la temperatura arriba mencionada, se pulveriza la materia prima preparada en la segunda etapa de mezcla, por número de veces predeterminadas, utilizando pulverizador. De la materia prima pulverizada sobre la placa de base se volatiliza el disolvente orgánico contenido en la materia prima, y se cristaliza en la superficie de partículas del óxido metálico el óxido de titanio producido por pirólisis. En este proceso se volatilizan los componentes enlazados a titanio. Es más deseable una volatilización que se genera en corto tiempo que una volatilización que se genera gradualmente con el aumento de la temperatura. Es porque la volatilización en corto tiempo contribuye mucho a la formación de multitud de poros en la película. Además, con la pulverización de la materia prima sobre la placa de base por medio del pulverizador, se forma una película que presenta una uniformidad tanto en los componentes como en la estructura.

El diámetro de la boquilla del pulverizador es preferiblemente de 0,1-0,8 mm, y más preferiblemente de 0,3-0,5 mm. La presión de aire para pulverización es preferiblemente de 0,1-0,4 Mpa, y más preferiblemente de 0,15-0,25 Mpa. Además, en esta etapa se puede proceder a la siguiente pulverización después de esperar hasta que se eleve la temperatura de la placa de base (por ejemplo, esperar 3 segundos) tras la pulverización anterior de la materia prima. Además, es deseable que el tiempo de pulverización con el pulverizador, en caso de pulverización sobre la superficie de 3 cm x 3 cm, sea entre 50-280 segundos.

Además, la película colectora térmica para generación de energía solar térmica, formada sobre la placa de base 1 de acuerdo con el método de fabricación arriba mencionado, presenta una forma de retícula tridimensional con una multitud de poros finos. Como resultado, aumenta el área receptora de luz de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica, y además se dificulta la reflexión especular de la luz radiada sobre la misma película, permitiendo así la absorción eficiente de la luz. Particularmente, con el depósito de película por medio de pulverización arriba mencionado, se puede aumentar el área receptora de luz de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica con facilidad y a precio reducido sin aprovechar las técnicas como sputtering, etc. Además, se puede proporcionar en la película colectora térmica para generación de energía solar térmica un mayor número de poros más finos en comparación con la técnica sputtering, etc.

Además, como la etapa arriba mencionada permite formar la película colectora térmica para generación de energía solar térmica por medio de pulverización de la materia prima sobre la placa de base con pulverizador, la formación de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica se puede realizar con facilidad y a precio reducido en comparación con, por ejemplo, el método PVD (Physical Vapor Deposition method: método de Deposición Física de Vapor) o el método sputtering. No obstante, el método de formación de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica puede emplear otras medidas sin limitarse al pulverizador. Además, la etapa de depósito de película puede ser también una etapa en la que se aprovecha cualquier otro método de formación de película como revestimiento por rotación, impresión, etc., sin limitarse a pulverización.

(5) Etapa de formación de película de sílice (S500)

La etapa de formación de película de sílice es una etapa para formar una película de sílice porosa en la superficie más externa de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica. Esta etapa es opcional y no hay que realizarla. A propósito, con la formación de una película de sílice porosa en la superficie más externa, se puede obtener una ventaja de poder proteger la película colectora térmica para generación de energía solar térmica y prevenir su destrucción o rompimiento por el uso. Para formar una película de sílice porosa, es preferible una formación que consiste en pulverizar en la superficie más externa de la película colectora térmica una solución de silano orgánico, típicamente de dimetildiclorosilano, trimetoximonoetoxisilano o tetraetoxisilano, y después calentar. Como ejemplo del método de formación adecuado de la película de sílice porosa, se puede citar el método por el que se mezclan alcoxisilano, típicamente ortosilicato de tetraetilo, e hidroxiacetona en presencia de etanol y/o agua, y la solución obtenida, diluida posteriormente con etanol, se pulveriza con pulverizador sobre la película obtenida en la etapa S400, calentando después a una temperatura apropiada entre 300-500°C. A propósito, en la presente descripción hay casos en que el término "película colectora térmica para generación de energía solar térmica" o "película colectora térmica" incluye o no incluye la película de sílice dependiendo del contexto. A continuación, la película colectora térmica para generación de energía solar térmica, formada en la etapa de depósito de película (S400) sin incluir la película de sílice, se denomina particularmente como "película de absorción de luz".

- Respectivas etapas de la Figura 1B -

Las etapas S100-S300 y la etapa S500 son las mismas etapas que las etapas anteriormente descritas. Aquí se describe solo la etapa S400 diferente del flujo anteriormente descrito, mostrado en la Figura 1 (1A).

(1) Etapa de pulverización (S410)

La etapa de pulverización es una etapa que constituye parte de la etapa de depósito de película (S400) y en que se pulveriza la mezcla obtenida en la segunda etapa de mezcla sobre la placa de base con temperatura de menos de 250°C.

(2) Etapa de calentamiento (S420)

La etapa de calentamiento es una etapa que constituye parte de la etapa de depósito de película (S400) y en que se calienta la mezcla a 250-400°C después de la etapa de pulverización.

De este modo, sin pulverizar la mezcla sobre la placa de base calentada a 250°C o más, se puede fabricar también una película colectora térmica para generación de energía solar térmica al calentar la placa de base a 250°C o más después de que se haya pulverizado la mezcla sobre la misma placa con temperatura inferior a 250°C.

- Respectivas etapas de la Figura 1C –

Las etapas S100-S500 son las mismas etapas que las respectivas etapas de la Figura 1A. Aquí se describe solo una nueva etapa de preparación de película de base (S350), adicionada entre la segunda etapa de mezcla (S300) y la etapa de depósito de película (S400) de la Figura 1A.

(1) Etapa de preparación de película de base (S350)

La etapa de preparación de película de base es una etapa para aplicar previamente una película de base (película de capa inferior) sobre la placa de base antes de depositar la película proporcionando la mezcla obtenida después de la segunda etapa de mezcla (S300) sobre la placa de base. Esta etapa es opcional y no hay que realizarla. A propósito, con la formación de la película de base entre la película tridimensional que consiste en cuerpo poroso (película de absorción de luz) y la placa de base, se puede obtener una ventaja de aumentar la adhesividad entre la placa de base y la película de absorción de luz y mejorar más la resistencia de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica.

El material que compone esta película de base no tiene limitación particular si tiene una adhesividad entre la placa de base y la película de absorción de luz y no reduce la conductividad térmica desde la película de absorción de luz a la placa de base, pero es preferible que contenga partículas de óxido metálico. Esto es porque el óxido metálico contenido aumenta el grado de negrura de la película colectora térmica, y además transmite eficientemente el calor a la placa de base por su conductividad térmica, controlando la radiación térmica. Además, para aumentar la adhesividad a la placa de base, es preferible formar una película lisa uniendo las partículas de óxido metálico. Para esto, se puede hacer la

unión recubriendo la superficie de las partículas de óxido metálico, por ejemplo con el polímero orgánico de titanio. Para formar una película de base hay un método por el que se pulveriza y se calienta una solución de mezcla que contiene el material de película de base sobre la superficie de la placa de base bajo condiciones de calentamiento o de no calentamiento.

5 Como un ejemplo adecuado del método de formación de la película de base, se puede citar el método según el cual se mezclan el polímero de titanio orgánico, mezclado con disolvente, y las partículas de óxido metálico utilizadas en la etapa de calentamiento de la solución de mezcla (S200), y se pulveriza la solución así obtenida sobre la placa de base con pulverizador, calentándose después a una temperatura apropiada entre 300-500°C. Con respecto al
10 polímero de titanio orgánico, no hay limitación particular si es un producto disponible en general, y por ejemplo, se puede fabricar este producto sometiendo el compuesto de titanio orgánico anteriormente mencionado a la reticulación y polimerización térmicamente.

Se requiere que el espesor de esta película de base sea alrededor de 2-15 μm , y preferiblemente 5-10 μm , y más preferiblemente 7-9 μm . Después de esta etapa de
15 preparación de película de base (S350) se procede a la etapa de depósito de película (S400) y a la etapa de formación de película porosa de sílice (S500) anteriormente mencionadas. La película colectora térmica para generación de energía solar térmica obtenida después de pasar las respectivas etapas mostradas en la Figura 1C consiste en una estructura de 3 capas que comprende la película de base, la película de absorción de luz, y la película de sílice, y su
20 espesor de película es normalmente 15-50 μm , y preferiblemente 20-30 μm .

(2) Ejemplo de variante de la etapa de preparación de película de base (S350)

En lugar de la solución de mezcla que contiene el polímero de titanio orgánico, utilizada para la preparación de la película de base arriba mencionada, se puede utilizar otro complejo metálico. Por ejemplo, se mezclan 4 g del complejo de aluminio (diisopropirato de etilacetato-
25 aluminio de Kawaken Fine Chemicals Co., Ltd.; concentración de componentes activos: 75% en peso, disolvente: IPA) y 6 g de isopropildiglicol (iPDG) de Nippon Nyukazai Co., Ltd., y se mezcla más exponiendo a radiación ultrasónica durante 15 minutos en la lavadora ultrasónica. Con esta mezcla obtenida se mezcla 9 g de óxido metálico en polvo (de Asahi Kasei Kogyo Co., Ltd., No. Black3250LM, tamaño de partículas: alrededor de 700 nm) y se agita calentando a

60°C durante 24 horas. Después, se somete de nuevo a tratamiento ultrasónico durante 15 minutos, y se pulveriza el producto por medio de revestimiento por rotación o pulverizador para depositar la película sobre la placa de base. Después del depósito de película, la placa de base se coloca sobre el calentador calentado a 350°C y se deja en reposo durante 1 hora para poder preparar una película de base (película lisa).

4. Colector térmico solar

A continuación, se describe el colector térmico solar que comprende la película colectora térmica para generación de energía solar térmica a que se refiere la presente modalidad de realización.

El colector térmico solar incluye una película colectora térmica para generación de energía solar térmica arriba mencionada y una placa de base que apoya la película colectora térmica para generación de energía solar térmica. Este colector térmico solar es capaz de absorber la luz solar y coleccionar el calor eficientemente. Esto es porque la película colectora térmica para generación de energía solar térmica presenta una alta tasa de absorción de luz y transmite fácilmente el calor al lado de atrás de la película.

[0059]

El colector térmico solar tiene, por ejemplo, una estructura en que se expone la luz solar al tubo que tiene dispuesta en su superficie una película colectora térmica para generación de energía solar térmica y se calienta el disolvente que fluye dentro del tubo (aceite para temperatura baja y sal fundida para temperatura alta). El tubo está conectado directamente con el intercambiador de calor, y por lo cual la sal fundida, etc., calentada puede calentar agua, etc., en la parte intercambiadora de calor.

Ejemplo de Realización

A continuación, se describen los ejemplos de experimento (incluidos los ejemplos de realización y los ejemplos de comparación) de la presente invención. No obstante, la presente invención no se limita a los ejemplos de realización descritos en adelante.

1. Compuestos utilizados y sus abreviaturas

(1) Precursor de óxido de titanio

Tetraisopropóxido de titanio: (de Kanto Chemical Co., Inc., número de ítem indicado en el catálogo: 40884-05)...abreviado como "TTiP".

(2) Acetilacetona: (de Kanto Chemical Co., Inc., reactivo de primer grado ciervo, número de ítem indicado en el catálogo: 01040-71)...abreviado como "AcAc".

5 (3) Acetoacetato de etilo: (de Tokyo Chemical Industry Co., Ltd., número de ítem: A0649)...abreviado como "EAcAc".

(4) Malonato de dietilo (de Wako Pure Chemical Corporation, número de ítem indicado en el catálogo: 057-01436)...abreviado como "DEM".

(5) Disolvente para dilución

10 Alcohol isopropílico: (de Wako Pure Chemical Corporation)...abreviado como "IPA".

(6) Óxido metálico

(a) Copper Chromite Black Spinel: (de Asahi Kasei Kogyo Co., Ltd., No. Black3702)...abreviado como "3702".

15 (b) Iron Cobalt Black Spinel: (de Asahi Kasei Kogyo Co., Ltd., No. Black3402)...abreviado como "3402".

(c) $\text{Cu (Fe, Mn)}_2\text{O}_4$: (de Asahi Kasei Kogyo Co., Ltd., No. F-6331-2 Coal Black)...abreviado como "6331".

(d) $(\text{Fe, Cr})_2\text{O}_3$: (de Asahi Kasei Kogyo Co., Ltd., No. Black6340 Chromium Iron Oxide)...abreviado como "6340".

20 (e) $(\text{Bi, Mn})_2\text{O}_3$: (de Asahi Kasei Kogyo Co., Ltd., No. Black6301 Bismuth Manganate Black Rutile)...abreviado como "6301".

(f) $\text{CuCr}_2\text{MnO}_5$: (de Shepherd Color Japan Inc., No. BLACK 20C920 Copper Chromite Black Spinel)...abreviado como "920".

25 (g) CuCr_2O_4 : (de Shepherd Color Japan Inc., No. BLACK 30C965 Copper Chromite Black Spinel)...abreviado como "965".

(h) CuCr_2O_4 : (de Shepherd Color Japan Inc., No. BLACK 1G Copper Chromite Black Spinel)...abreviado como "1G".

(i) $(\text{Mn, Cu, Fe})(\text{Mn, Fe})_2\text{O}_4$: (de Shepherd Color Japan Inc., No. BLACK444 Manganese Ferrite Black Spinel)...abreviado como "444".

(j) $\text{Cu}(\text{Cr}, \text{Mn})_2\text{O}_4$: (de Tokan Material Technology Co., Ltd., No. 42-302A Copper Chromite Black Spinel)...abreviado como "302A".

(k) $\text{Cu}(\text{Cr}, \text{Mn})_2\text{O}_4$: (de Tokan Material Technology Co., Ltd., No. 42-303B Copper Chromite Black Spinel)...abreviado como "303B".

5 (l) Copper Chromite Black Spinel (de Asahi Kasei Kogyo Co., Ltd., No. Black3250LM, tamaño de partículas de aprox. 700 nm)...abreviado como "3250".

(7) Silano orgánico

Ortosilicato de tetraetilo: (de Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.)... abreviado como "TEOS".

10 (8) Hidroxiacetona: (de Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.)... abreviado como "HA".

Se muestra en la Tabla 1 la composición de cada óxido metálico arriba mencionado. El % indicado en la Tabla significa el % en masa de cada óxido metálico con respecto al 100% de todo el óxido metálico. Además, los valores indicados en la Tabla 1 sirven solo como valores de conversión de los óxidos metálicos indicados en la columna de izquierda. Los
15 metales contenidos en los óxidos metálicos pueden presentar otras formas de óxido que no son las indicadas en la columna izquierda.

[Tabla 1]

	3250	920	3702	3402	6331	965	1G	302A	303B	6301	6340	444
Cr₂O₃	50,69%	43,88%	62,60%			68,72%	60,79%	60,62%	37,71%		39,36%	36,74%
MnO	26,52%	39,50%	9,55%	27,87%				11,56%	36,50%	35,41%		
CuO	22,50%	16,59%	27,51%		37,85%	30,94%	39,21%	27,58%	25,79%			24,27%
MoO₃	0,28%		0,21%		44,18%			0,24%				
ZrO₂	0,02%	0,04%	0,13%			0,34%						
Fe₂O₃				35,40%	17,97%						60,64%	38,98%
Co₂O₃				35,73%								
Bi₂O₃										64,59%		

2. Método de análisis

20 (1) Para observar la forma de la superficie de película, se utilizó el microscopio electrónico de barrido de Hitachi High-Technologies Corporation (SEM, modelo: MiniscopeTM3030Plus y S-4800).

(2) Para medir el área superficial con respecto al área proyectada de película, altura máxima (Rz) y la rugosidad media aritmética (Ra), se utilizó el microscopio de láser para medición de formas de modelo "VK-X100" de KEYENCE CORPORATION.

5 (3) Para identificar la forma cristalina del óxido de titanio en la película, se utilizó el aparato de difracción de rayos X con fuente de rayos $\text{CuK}\alpha$ (de Rigaku Corporation, modelo "RINT2500HF"). La medición se realizó ajustando la velocidad de operación a 2 grados/min., y el ancho de paso a 0,02 grados.

(4) La reflectancia de luz en la región de longitud de onda corta de 250-2500 nm fue medida utilizando el espectrofotómetro uv-visible de Shimadzu Corporation (modelo: 3100PC).

10 (5) La reflectancia de luz en la región de longitud de onda larga de 2-20 μm fue medida utilizando el espectrofotómetro de Agilent Technologies (modelo: BIO-RAD FTS 6000).

(6) La tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda de 2-25 μm fue medida utilizando el espectrofotómetro infrarrojo de Agilent Technologies (modelo: Varian 680-IR).

15 (7) La tasa de absorción de luz fue medida utilizando el espectrofotómetro (UV/VIS/NIRLambda1050 de PerkinElmer) y ajustando el ángulo de incidencia a 8° y en temperatura ambiente. El espectrofotómetro estaba provisto de una esfera integradora para medir la reflexión desde la superficie de las muestras, es decir "la reflexión hemisférica-direccional (HDR) " y "la reflectancia ρ ". Las muestras eran opacas, y por lo cual se consideró que no hay transmitancia. Por consiguiente, $\rho(\lambda) + \alpha(\lambda) = 1$, en que α representa la tasa de absorción, y λ representa la longitud de onda.

20

El valor de espectro fue obtenido con intervalo $\Delta\lambda = 10$ nm. La irradiancia solar espectral $G(\lambda)$ fue calculada utilizando el estándar G173-03 de la Sociedad Americana para Ensayo y Materiales (ASTM). La tasa de absorción total con respecto a los rayos solares o la tasa de absorción de luz solar ponderada, representada con α_s , fue definida con la fórmula abajo

25 mencionada.

[Fórmula 1]

$$\alpha_s = \frac{\int_{280nm}^{2500nm} \alpha(\lambda)G(\lambda)d\lambda}{\int_{280nm}^{2500nm} G(\lambda)d\lambda} \dots\dots(1)$$

Esta integral fue evaluada mediante la aproximación de punto medio del método rectangular. El límite inferior de la fórmula (1) fue establecido como 280 nm de modo que se corresponda al límite inferior de datos G-173. La medición de la tasa de absorción de luz fue realizada a temperatura ambiente de 25°C. Según el estudio realizado con otro revestimiento para temperatura alta (Pyromark, etc.), se considera que la tasa de absorción de luz no depende de la temperatura.

[0068]

3. Preparación de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica y las propiedades de película

(Ejemplo de experimento 1)

Se mezclaron 61,85 g de TTiP y 43,58 g de AcAc de modo que resultara ser TTiP:AcAc = 1:2 (relación molar), y se hicieron reaccionar TTiP y AcAc calentando a aprox. 80°C.

Después, se adicionó 306,963 g de IPA en la solución de reacción para diluir esta solución. A continuación, se mezcló 12,5 g de óxido metálico "920" en polvo. Después, la mezcla (se denomina también como solución de mezcla) obtenida en las etapas anteriores se cargó en el dispositivo pulverizador (pistola pulverizadora de HARDER & STEENBECK con boquilla de 0,4 mm, y con nombre comercial: Colani). Se calentó la placa de base de SUS304 hasta 315°C, y se realizó el depósito de película mediante la pulverización sobre la placa de base durante 110 segundos moviendo el pulverizador de una extremidad a la otra extremidad de la placa de base. La presión para la pulverización se ajustó a 0,2 Mpa. A continuación, se mezclaron una solución de mezcla de 20,83 g de TEOS y 63,36 g de etanol y una solución de mezcla de 7,41 g de HA, 63,36 g de etanol y 9,01 g de agua de intercambio iónico, se dejó en reposo esta mezcla a 40°C y fue diluida después con etanol de modo que la concentración sólida fuese de

0,6% en masa, y se cargó esta mezcla en el mismo dispositivo pulverizador que el arriba mencionado. Sobre la película depositada arriba mencionada se hizo pulverización durante 2 segundos en temperatura ambiente, e inmediatamente después se mantuvo la placa de base bajo calentamiento a 400°C durante 1 hora, formándose así una película de sílice porosa sobre la película depositada arriba mencionada.

Para examinar la forma cristalina, al ser calentada a 400°C, de la película obtenida con las condiciones arriba mencionadas, se realizó el análisis por rayos X de la película obtenida después de ser sometida a condiciones de calentamiento de 315°C y de esta misma película después de ser calentada a 400°C durante 1 hora. Se muestra el diagrama de rayos X de cada película en la Figura 2. En la película obtenida después de ser sometida a condiciones de calentamiento de 315°C no se observó claramente el pico del óxido de titanio de tipo anatasa debido a la superposición del pico de los óxidos metálicos, pero se observó el mismo pico (vea la flecha de color negro en dirección hacia abajo) en la película calentada a 400°C. De este resultado se vio que se encontraba formado finalmente el óxido de titanio de tipo anatasa debido a la reacción entre TTiP y AcAc utilizados para la preparación de la película colectora térmica para generación de energía solar térmica.

(Ejemplos de experimento 2-7)

Se realizó el depósito de película con las mismas condiciones que el ejemplo de experimento 1 salvo que se mezclaron TTiP y AcAc de modo que la relación molar fuera TTiP:AcAc = 1:0 (ejemplo de experimento 2), 1:0,5 (ejemplo de experimento 3), 1:1 (ejemplo de experimento 4), 1:1,5 (ejemplo de experimento 5), 1:3 (ejemplo de experimento 6) y 1:4 (ejemplo de experimento 7), y se observó la forma de superficie de las películas mediante las fotografías SEM. En la Figura 3 se muestran estas fotografías junto con la fotografía del ejemplo de experimento 1 cuya relación molar resultó ser TTiP:AcAc = 1:2. Como se observa claramente en la Figura 3, se vio que se puede formar una película con mayor número de poros finos cuando la relación molar resulta ser TTiP:AcAc = 1:1 o más (ejemplos de experimento 1, 4-7), y preferiblemente 1:1,5 o más (ejemplos de experimento 1, 5-7). Los ejemplos de experimento 2 y 3 corresponden a los ejemplos de comparación.

(Ejemplos de experimento 8-10)

Se realizó el depósito de película con las mismas condiciones que el ejemplo de experimento 1 salvo que se utilizaron EAcAc (ejemplo de experimento 8) y DEM (ejemplo de experimento 9 y 10) en lugar de AcAc de modo que la relación molar resultara ser respectivamente $\text{TTiP:EAcAc} = 1:2$, $\text{TTiP:DEM} = 1:2$ y $\text{TTiP:DEM} = 1:4$. Los ejemplos de experimento 9 y 10 corresponden a los ejemplos de comparación. Se muestran las fotografías SEM de la superficie de cada película en la Figura 4. En la Figura 4 el bajo aumento significa que el aumento para fotografiar es de 500 aumentos, y el alto aumento significa que el aumento para fotografiar es de 5000 aumentos. Como se observa en la forma mostrada en la Figura 4, al utilizar EAcAc, se pudo formar una misma película de cuerpo poroso que la película obtenida al utilizar AcAc. No obstante, al utilizar DEM, no se pudo formar una película de cuerpo poroso.

(Ejemplos de experimento 11-20)

Se realizó el depósito de película con las mismas condiciones que el ejemplo de experimento 1 salvo que se utilizaron, en lugar del óxido metálico en polvo "920", el "3720" (ejemplo de experimento 11), el "3402" (ejemplo de experimento 12), el "6331" (ejemplo de experimento 13), el "965" (ejemplo de experimento 14), el "1G" (ejemplo de experimento 15), el "302A" (ejemplo de experimento 16), el "303B" (ejemplo de experimento 17), el "6301" (ejemplo de experimento 18), el "6340" (ejemplo de experimento 19) y el "444" (ejemplo de experimento 20) respectivamente.

(Ejemplo de experimento 21)...Corresponde al ejemplo de comparación.

Como comparación con el ejemplo de experimento 1, se preparó una película lisa con las siguientes condiciones. Primero, se mezclaron 3 g de polímero de titanio orgánico de Nippon Soda Co., Ltd. (número de ítem: B-10, polímero de tetra-n-butóxi-titanio), 6 g de isopropildiglicol (iPDG) de Nippon Nyukazai Co., Ltd., y 1,85 g de 1-butanol (primera clase de reactivo) de Wako Pure Chemical Corporation y se mezclaron más exponiendo a radiación ultrasónica durante 15 minutos en la lavadora ultrasónica de Branson (nombre comercial: Bransonic). A esta mezcla se adicionó 9 g de óxido metálico en polvo "920" y de nuevo se expuso a radiación ultrasónica durante 15 minutos para obtener una nueva mezcla. A

continuación, se cargó esta mezcla en el dispositivo pulverizador (pistola pulverizadora de HARDER & STEENBECK con boquilla de 0,4 mm y con nombre comercial: Colani), y con la presión de 0,2 Mpa se pulverizó sobre SUS304 no calentado (de temperatura ambiente) durante 2 segundos para depositar la película. Inmediatamente después del depósito de película, se colocó la placa de base sobre el calentador calentado a 400°C, dejando en reposo durante 1 hora. Después se formó una película de sílice porosa con las mismas condiciones que el ejemplo de experimento 1.

...Corresponden a ejemplos de comparación.

(Ejemplos de experimento 22-31)

Se realizó el depósito de película con las mismas condiciones que el ejemplo de experimento 21 utilizando, en lugar del óxido metálico en polvo "920", el "3720" (ejemplo de experimento 22), el "3402" (ejemplo de experimento 23), el "6331" (ejemplo de experimento 24), el "965" (ejemplo de experimento 25), el "1G" (ejemplo de experimento 26), el "302A" (ejemplo de experimento 27), el "303B" (ejemplo de experimento 28), el "6301" (ejemplo de experimento 29), el "6340" (ejemplo de experimento 30), y el "444" (ejemplo de experimento 31) respectivamente.

La Tabla 2 muestra diversos tipos de propiedades causadas por la forma de las películas preparadas con las condiciones de los ejemplos de experimento 1, 11-15. La Tabla 3 muestra diversos tipos de propiedades causadas por la forma de las películas preparadas con las condiciones de los ejemplos de experimento 16-20. La Tabla 4 muestra diversos tipos de propiedades causadas por la forma de las películas preparadas con las condiciones de los ejemplos de experimento 21-26. La Tabla 5 muestra diversos tipos de propiedades causadas por la forma de las películas preparadas con las condiciones de los ejemplos de experimento 27-31. En las tablas la palabra "tridimensional" significa que se encuentra formada una película de cuerpo poroso (película tridimensional). La palabra "lisa" significa que no se encuentra formada una película de cuerpo poroso (película tridimensional).

[Tabla 2]

	Ejemplo de experimento 1	Ejemplo de experimento 11	Ejemplo de experimento 12	Ejemplo de experimento 13	Ejemplo de experimento 14	Ejemplo de experimento 15
	920 tridimensional	3702 tridimensional	3402 tridimensional	6331 tridimensional	965 tridimensional	1G tridimensional
Área superficial (μm^2)	162192,473	138626,938	136294,079	147933,274	140361,064	151031,629
Área (μm^2)	15649,473	15649,473	15649,473	15649,473	15649,473	15649,473
Área superficial/área	10,3641	8,8582	8,7092	9,4529	8,9691	9,6509
Ra (μm)	3,759	1,891	1,825	2,590	1,900	3,278
Rz (μm)	37,370	30,815	27,105	39,665	31,885	39,170

[Tabla 3]

	Ejemplo de experimento 16	Ejemplo de experimento 17	Ejemplo de experimento 18	Ejemplo de experimento 19	Ejemplo de experimento 20
	302A tridimensional	303B tridimensional	6301 tridimensional	6340 tridimensional	444 tridimensional
Área superficial (μm^2)	166305,365	155190,889	128442,438	145622,390	134448,903
Área (μm^2)	15649,473	15649,473	15649,473	15649,473	15649,473
Área superficial/área	10,6269	9,9167	8,2075	9,3053	8,5913
Ra (μm)	3,227	2,865	1,632	3,499	6,737
Rz (μm)	38,060	31,950	29,550	44,285	47,805

[Tabla 4]

	Ejemplo de experimento 21	Ejemplo de experimento 22	Ejemplo de experimento 23	Ejemplo de experimento 24	Ejemplo de experimento 25	Ejemplo de experimento 26
	920 lisa	3702 lisa	3402 lisa	6331 lisa	965 lisa	1G lisa
Área superficial (μm^2)	27399,366	55080,999	65234,752	41036,073	40861,881	53185,925
Área (μm^2)	15491,455	15491,455	15491,455	15491,455	15491,455	15491,455
Área superficial/área	1,7687	3,5556	4,2110	2,6489	2,6377	3,4332
Ra (μm)	0,300	0,400	0,860	0,909	0,350	0,634
Rz (μm)	7,540	10,850	12,750	12,665	8,585	11,350

[Tabla 5]

	Ejemplo de experimento 27	Ejemplo de experimento 28	Ejemplo de experimento 29	Ejemplo de experimento 30	Ejemplo de experimento 31
	302A lisa	302B lisa	6301 lisa	6340 lisa	444 lisa
Área superficial (μm^2)	53974,509	44432,580	86645,829	64254,904	58792,541
Área (μm^2)	15491,455	15491,455	15491,455	15491,455	15491,455
Área superficial/área	3,4841	2,8682	5,5931	4,1478	3,7952
Ra (μm)	0,376	0,448	1,133	0,628	2,834
Rz (μm)	9,865	12,990	18,745	12,295	24,750

5 Como se observa claramente en la comparación entre las Tablas 2-5, los valores de área superficial/área (es decir, la relación del área de la superficie de la red de partículas compuestas "S2" con respecto al área proyectada de la superficie de la película "área de la

superficie plana de la película: $S1'' = S2/S1$) de la película de cuerpo poroso es de 8,2 o más, valor superior a 8, mientras la relación $S2/S1$ de la película lisa es de 5,6 o menos, valor inferior a 6.

La Figura 5 muestra las fotografías SEM de la superficie de las películas obtenidas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 1 y del ejemplo de experimento 21 (5A corresponde al ejemplo de experimento 1 y 5B corresponde al ejemplo de experimento 21). El aumento para fotografiar es de 5000 aumentos para ambas fotografías. Como se observa claramente en la comparación entre ambas fotografías SEM, en el ejemplo de experimento 1 sometido a la etapa de hacer reaccionar AcAc con TTiP se pudo formar una película de cuerpo poroso, pero en el ejemplo de experimento 21 sometido a la etapa de solo dispersar el polímero de tetra-n-butóxi titanio con iPDG no se pudo formar una película de cuerpo poroso sino una película lisa.

A continuación, se explica, mediante la comparación, sobre la reflectancia de luz en la región de longitud de onda corta de cada tipo de película tridimensional y de cada tipo de película lisa.

La Figura 6 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 1 y del ejemplo de experimento 21 (920 película tridimensional, 920 película lisa) y de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 11 y del ejemplo de experimento 22 (3702 película tridimensional, 3702 película lisa). La Figura 7 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 12 y del ejemplo de experimento 23 (3402 película tridimensional, 3402 película lisa) y de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 13 y del ejemplo de experimento 24 (6331 película tridimensional, 6331 película lisa). La Figura 8 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 14 y del ejemplo de experimento 25 (965 película tridimensional, 965 película lisa) y de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de

experimento 15 y del ejemplo de experimento 26 (1G película tridimensional, 1G película lisa). La Figura 9 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 16 y del ejemplo de experimento 27 (302A película tridimensional, 302A película lisa) y de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 17 y del ejemplo de experimento 28 (303B película tridimensional, 303B película lisa). La Figura 10 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 18 y del ejemplo de experimento 29 (6301 película tridimensional, 6301 película lisa) y de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 19 y del ejemplo de experimento 30 (6340 película tridimensional, 6340 película lisa). La Figura 11 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 20 y del ejemplo de experimento 31 (444 película tridimensional, 444 película lisa). En cada diagrama de la Figura 6-Figura 11 el eje transversal significa la longitud de onda (nm) y el eje longitudinal significa la reflectancia de luz (%) respectivamente. En cada diagrama la línea discontinua representa la película lisa, y la línea continua representa la película tridimensional. Además, al lado derecho de cada diagrama se indica la reflectancia de luz de cada película cuando la longitud de onda es de 400, 500, 600, y 700 nm.

En cualquier película tridimensional se observó que la reflectancia de luz era más bajo, es decir la tasa de absorción de luz era más alta que la de las películas lisas. Además, la reflectancia de luz de cada película tridimensional era menos de 5% en la longitud de onda entre 400-700 nm de la región de la luz visible. En cambio, al tratarse de las películas lisas, solo las 3 películas "6331", "303B" y "444" presentaban la reflectancia de luz de menos de 5% en la longitud de onda de entre 400-700 nm, pero el resto de las películas lisas presentaba la reflectancia de luz de 5% o más en alguna longitud de onda de la región de longitud de onda arriba mencionada.

A continuación, se explica, mediante la comparación, sobre la reflectancia de luz y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de una parte de diversos tipos de película mostrados en las Figuras 6-11.

La Figura 12 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación
5 térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 1 y del ejemplo de experimento 21 (920 película tridimensional, 920 película lisa). La Figura 13 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 11 y del ejemplo de
10 experimento 22 (3702 película tridimensional, 3702 película lisa). La Figura 14 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 12 y del ejemplo de experimento 23 (3402 película tridimensional, 3402 película lisa). La Figura 15 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación
15 térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 13 y del ejemplo de experimento 24 (6331 película tridimensional, 6331 película lisa). La Figura 16 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 14 y del ejemplo de
20 experimento 25 (965 película tridimensional, 965 película lisa). La Figura 17 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 16 y del ejemplo de experimento 27 (302A película tridimensional, 302A película lisa). La Figura 18 muestra en los diagramas la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación
25 térmica en la región de longitud de onda larga de las películas preparadas con las respectivas condiciones del ejemplo de experimento 17 y del ejemplo de experimento 28 (303B película tridimensional, 303B película lisa). En cada diagrama de la Figura 12-Figura 18 el eje transversal significa la longitud de onda (μm), el eje longitudinal del lado izquierdo significa la reflectancia de luz y el eje longitudinal del lado derecho significa la tasa de radiación térmica (el

valor de fondo es de 1 y el valor de cima es de 0) respectivamente. La tasa de radiación térmica se indica mediante la relación con respecto a la tasa de radiación térmica de un cuerpo negro perfecto, establecida como 1. En cada diagrama la línea gruesa representa la reflectancia de luz, y la línea delgada representa la tasa de radiación térmica respectivamente.

5 Los valores de la película tridimensional se representan en el diagrama con la línea continua, y los valores de la película lisa se representan en el diagrama con la línea discontinua.

Aquí la "radiación térmica" significa emitir hacia fuera como onda electromagnética el calor solar absorbido. Por lo tanto, es preferible que la radiación térmica sea casi cero. El cuerpo negro perfecto que se utiliza generalmente como objeto de comparación en la medición

10 de la tasa de absorción de luz y de la radiación térmica tiene una tasa de absorción de luz de 100% y la radiación térmica para tal está determinada como 1. Según la Ley de Kirchhoff se considera que la tasa de absorción de luz = radiación térmica, por lo cual se considera que el cuerpo negro perfecto tiene una tasa de absorción de luz de 100% mientras emite térmicamente hacia fuera toda la luz absorbida. Una película ideal tiene una tasa de

15 absorción de luz de 100% como cuerpo negro perfecto y no emite el calor hacia fuera (radiación térmica es cero). Una película como esta no existe en realidad, pero se puede decir que cuanto más grande sea la diferencia entre la tasa de absorción de luz y la tasa de radiación térmica, mejor será la película. Al contrario, una película no deseable es la que tiene una baja tasa de absorción de luz, con escasa capacidad de coleccionar el calor, pero tiene

20 una alta tasa de radiación térmica. Esto no es deseable porque tiene dificultad en absorber la luz solar y emite fácilmente hacia fuera el calor que se da por la luz absorbida. De la relación entre la tasa de absorción de luz y la tasa de radiación térmica mostrada en la Figura 12-Figura 18, primero se observó una tendencia a que cualquier película tridimensional tiene una reflectancia de luz más baja, es decir una tasa de absorción de luz más alta que la de las

25 películas lisas. Además, se observó que en la longitud de onda de entre 2-5 μm en la que la energía de radiación térmica del calor solar en el momento de alta temperatura resulta ser la más grande, cualquier película tridimensional tenía un valor de reflectancia de luz inferior al valor de radiación térmica en comparación con las películas lisas. Es decir, las películas tridimensionales, a pesar de tener una baja reflectancia de luz (alta tasa de absorción de luz),

tenía una radiación térmica controlada. Como mencionado anteriormente, al tener en cuenta que según la Ley de Kirchhoff se considera que teóricamente resulta ser la tasa de absorción de luz = radiación térmica, el cuerpo negro perfecto tiene una tasa de absorción de luz de 100% (reflectancia de luz de 0%) y una tasa de radiación térmica de 1, pero se observó que se puede cambiar este equilibrio mediante la estructura de la película, etc. Es ideal que el cuerpo colector térmico para generación de energía solar térmica tenga una baja reflectancia de luz (alta tasa de absorción de luz) y una baja tasa de radiación térmica, y es deseable que el mismo cuerpo tenga una separación lo más grande posible entre estos ambos valores. Al ver las propiedades de cada película lisa "920", "303B" y "302A", en la longitud de onda de entre 2-5 μm , la reflectancia de luz es inferior, o igual o algo superior a la tasa de radiación térmica. No obstante, en la longitud de onda de 5 μm o más se observó una tendencia a que la reflectancia de luz sea notablemente superior a la tasa de radiación térmica. Es decir, se considera que no son aptas para la generación de energía solar térmica debido a que a pesar de que tienen una alta reflectancia de luz (insuficiente tasa de absorción de luz), la radiación térmica resulta ser alta. Al contrario, en las películas tridimensionales "920", "303B" y "302A", se pudo verificar una tendencia a que la tasa de absorción de luz sea superior a la tasa de radiación térmica. También en otras películas (por ejemplo, "965", "6331" o "3402") se observó la misma tendencia al examinar la película tridimensional.

De lo anteriormente mencionado, se observó que una película tridimensional que tiene una estructura de red de partículas compuestas que comprenden: partículas de óxido metálico que contienen principalmente dos o más tipos metales seleccionados entre Mn, Cr, Cu, Zr, Mo, Fe, Co, y Bi; y óxido de titanio que cubre parcial o enteramente la superficie de estas partículas, y en que Ra de la superficie de la película es de 1,0 μm o más y la relación del área de la superficie de la red de partículas compuestas con respecto al área de la superficie plana de la película es de 7 o más, mostraba buenas propiedades con baja reflectancia de luz, y una baja tasa de radiación térmica con respecto a la tasa de absorción de luz.

(Ejemplo de experimento 32)

Se preparó una película colector térmica con estructura de tres capas que incluye una película de base en conformidad con el siguiente método. Primero, se mezclaron 3 g de

polímero de titanio orgánico de Nippon Soda Co., Ltd. (número de ítem: B-10, polímero de tetra-n-butóxi-titanio), 6 g de isopropildiglicol (iPDG) de Nippon Nyukazai Co., Ltd., y 1,85 g de 1-butanol (primera clase de reactivo) de Wako Pure Chemical Corporation y se mezclaron más exponiendo a radiación ultrasónica durante 15 minutos en la lavadora ultrasónica de Branson (nombre comercial: Bransonic). A esta mezcla se adicionó 9 g de óxido metálico en polvo "3250" y de nuevo se expuso a radiación ultrasónica durante 15 minutos para obtener una nueva mezcla. A continuación, se cargó esta mezcla en el dispositivo pulverizador (pistola pulverizadora de HARDER & STEENBECK con boquilla de 0,4 mm y con nombre comercial: Colani), y con la presión de 0,2 Mpa se pulverizó sobre SUS304 en temperatura ambiente o calentado durante 2 segundos para depositar la película. Inmediatamente después del depósito de la película, se colocó la placa de base sobre el calentador calentado a 400°C dejando en reposo durante 30 minutos. El espesor de la película de base era aprox. 8 µm.

A continuación, como materia prima de la película de absorción de luz, se mezclaron 61,85 g de TTiP y 43,58 g de AcAc de modo que resultara ser TTiP:AcAc = 1:2 (relación molar), y se hicieron reaccionar TTiP y AcAc calentando a aprox. 80°C durante 6 horas. Después, se adicionó 306,963 g de 2-propanol en la solución de reacción para diluir esta solución. A continuación, se mezcló 12,5 g de óxido metálico "3250" en polvo, y se sometió a tratamiento ultrasónico durante 30 minutos. Después, la mezcla (se denomina también como solución de mezcla) obtenida de las etapas anteriores se cargó en el dispositivo pulverizador (pistola pulverizadora de HARDER & STEENBECK con boquilla de 0,4 mm, y con nombre comercial: Colani). Se realizó el depósito de película mediante la pulverización sobre la película de base durante 110 segundos moviendo el pulverizador de una extremidad a otra extremidad de la película de base mantenida a una temperatura de 350°C. La presión para la pulverización se ajustó a 0,2 Mpa. El precursor de titanio que es materia prima de la película de absorción de luz, al descomponerse térmicamente y cristalizarse sobre el calentador, fija las partículas de óxido metálico, y se crean poros finos debido a la evaporación del disolvente orgánico. Se repitieron esta etapa varias veces manteniendo la temperatura de la superficie de la placa de base. Después, se mezclaron una solución de mezcla de 20,83 g de TEOS y 63,36 g de etanol y una solución de mezcla de 7,41 g de HA, 63,36 g de etanol y 9,01 g de agua de intercambio iónico,

se dejó en reposo esta mezcla a 40°C, siendo diluida después con etanol de modo que la concentración sólida fuese de 0,6% en masa, y se cargó esta mezcla en el mismo dispositivo pulverizador que el arriba mencionado. Sobre la película de absorción de luz arriba mencionada se hizo pulverización durante 2 segundos en temperatura ambiente, e inmediatamente después se mantuvo la placa de base bajo calentamiento a 400°C durante 1 hora, formándose así una película de sílice porosa sobre la película de absorción de luz arriba mencionada. El espesor de la película de absorción de luz era aprox. 17 µm, el espesor de la película de sílice porosa era aprox. 5-10 nm, y el espesor de la estructura de tres capas que consiste en película de base, película de absorción de luz y película de sílice porosa era aprox. 25 µm. Se prepararon 8 muestras de cuatro lados 3 x 3 cm (en adelante, se denominan como "muestras 1-8") para la prueba de resistencia térmica descrita en adelante.

En la Tabla 6 se muestran diversos tipos de propiedades derivadas de la forma de las películas preparadas en el ejemplo de experimento 32. Además, en la Figura 19 se muestran las fotografías SEM para comparar las respectivas formas de la película de base y de la película de absorción de luz. Se ve que, en comparación con la superficie de la película de base, en la superficie de la película de absorción de luz se encuentran formados poros finos derivados del repetido recubrimiento por pulverizador.

[Tabla 6]

	Ejemplo de experimento 32	
	Película de absorción de luz (3250 tridimensional)	Película de base (3250 lisa)
Área superficial (µm ²)	157770,473	49327,742
Área (µm ²)	15649,473	15491,455
Área superficial/ área	10,0815	3,1842
Rugosidad media aritmética Ra (µm)	3,019	0,357
Altura máxima Rz (µm)	37,575	10,11

La Figura 20 representa un diagrama que muestra la reflectancia de luz (%) en la región de longitud de onda corta (250-2500 nm) de la película de absorción de luz (3250 película tridimensional) y de la película de base (3250 película lisa) preparadas en el ejemplo de experimento 32. La película tridimensional tiene una reflectancia de luz más baja que la película lisa, es decir, tiene una tasa de absorción de luz más alta que la película lisa, lo cual es el mismo resultado que el mostrado en la Figura 6-Figura 11. Además, la reflectancia de luz de la película tridimensional resultó en un valor pequeño de menos de 4% en la longitud de onda de entre 400-700 nm de la región de la luz visible, mostrando una diferencia significativa en comparación con la película lisa.

La Figura 21 representa diagramas que muestran la reflectancia de luz (%) y la tasa de radiación térmica en la región de longitud de onda larga (2-25 μm) de la película de absorción de luz (3250 película tridimensional) y de la película de base (3250 película lisa) preparadas en el ejemplo de experimento 32. En la 3250 película lisa se observó una tendencia a que la tasa de reflectancia de luz fuera algo inferior a la tasa de radiación térmica en la longitud de onda de entre 2-5 μm , pero la tasa de reflectancia de luz fuera notablemente superior a la tasa de radiación térmica en una determinada región de la longitud de onda de 5 μm o más. En cambio, en la 3250 película tridimensional se verificó una tendencia a que el valor de la tasa de reflectancia de luz fuera pequeño y la tasa de absorción de luz fuera superior a la tasa de radiación térmica.

4. Prueba de resistencia térmica y medición de la tasa de absorción de luz (Método de prueba de resistencia térmica)

La prueba de resistencia térmica y la medición de la tasa de absorción de luz fueron realizadas en la Universidad Nacional de Australia (ANU). Se realizó la prueba de resistencia térmica a temperatura de 600°C, 750°C o 850°C y durante 10 horas, 20 horas o 100 horas respectivamente, haciendo comparación con una película preparada como control con Pyromark2500, material de revestimiento de silicona de alta resistencia térmica. La prueba de resistencia térmica fue realizada colocando las muestras (película aplicada + placa de base) en un horno de mufla programado. La subida y bajada de temperatura estaba ajustada a 3°C/min.

En esta prueba el tiempo que pasa hasta llegar a la temperatura objeto y bajar a la temperatura ambiente inicial se adiciona en el tiempo de la prueba de resistencia térmica.

(Resultado)

Las Figuras 22-26 y las Tablas 7-9 muestran el resultado de la prueba arriba
5 mencionada. La Figura 22 indica los datos de medición de la tasa de absorción de luz antes de la prueba de resistencia térmica sobre 8 muestras (películas con estructura de tres capas) preparadas en el ejemplo de experimento 32. En la región de longitud de onda de entre 400-2500 nm, la tasa de absorción de luz solar ponderada de estas 8 muestras era de $96,91\% \pm 0,08\%$, valor extremadamente uniforme. La Figura 23 muestra el resultado de la comparación
10 entre la tasa de absorción de luz antes de la prueba de resistencia térmica de la película con estructura de tres capas (muestra 8) (en la figura se indica como 3250) preparada en el ejemplo de experimento 32 y la de la película de control (en la figura se indica como Pyromark). El eje transversal representa la longitud de onda de medición y el eje longitudinal representa la tasa de absorción de luz. Cada película se encuentra aplicada sobre la misma placa de base
15 de acero inoxidable de resistencia térmica (SS253MA). Como indicado en la Figura 23, se observa que la película con estructura de tres capas preparada en el ejemplo de experimento 32 tiene una tasa de absorción mucho más alta que la de la película de control.

La Figura 24 muestra la tasa de absorción de luz antes y después de la prueba de resistencia térmica a 600°C de las películas con estructura de tres capas (en la figura se indica
20 como 3250) preparadas en el ejemplo de experimento 32. Con la muestra 7 y la muestra 6 se realizó respectivamente la prueba de resistencia térmica a 600°C durante 10 horas y 100 horas. Con la muestra 6 se realizó la prueba de resistencia térmica, primero, a 600°C durante 10 horas, con medición de la tasa de absorción de luz en temperatura ambiente, y después se calentó la muestra adicionalmente a 600°C durante 90 horas, con medición de nuevo de la tasa
25 de absorción de luz. Como referencia se indica la intensidad de radiación solar en el eje 2. Tanto la muestra 7 como la muestra 6 indicaron una bajada de la tasa de absorción de luz en la baja región de longitud de onda en comparación con la película de control (Pyromark). No obstante, en la región de longitud de onda a partir de 700 nm, a pesar de presentar una tasa de absorción de luz más alta que la película de control, no indicaron casi nada de bajada de la

tasa de absorción de luz. En la Tabla 7 se muestra la tasa de absorción de luz solar ponderada. En todos los casos, se observó solo una pequeña bajada (dentro de $\pm 0,1\%$) en el rango de la incertidumbre prevista, en comparación con la tasa de absorción de luz antes de la prueba de resistencia térmica. Como resultado se puede decir que la muestra 7 y la muestra 6 tiene una alta resistencia térmica en la prueba a 600°C.

[Tabla 7]

Horas (h)	Tasa de absorción solar ponderada: $\alpha_s(\%)$ (variación a partir de 0 horas)		
	Pyromark (espesor de película 9,25 μm)	3250 (muestra 7)	3250 (muestra 6)
0	96,55	96,84	96,94
10	96,54	96,74 (-0,10)	96,96 (+0,02)
100	96,45	-	96,89 (-0,05)

La Figura 25 muestra el resultado de medición de la tasa de absorción de luz antes y después de la prueba de resistencia térmica a 750°C de las películas con estructura de tres capas (en la figura se indica como 3250) preparadas en el ejemplo de experimento 32. Utilizando la misma metodología que la prueba de resistencia térmica a 600°C, con la muestra 5 y la muestra 4 se realizó la prueba de resistencia térmica a 750°C (durante 10 horas y 100 horas (10 + 90 horas). Respecto a la muestra 4 se realizó la medición de la tasa de absorción de luz con adición de 90 horas después de la prueba de resistencia térmica de 10 horas. En la Tabla 8 se muestra la tasa de absorción de luz solar ponderada. Se dio un resultado de medición similar al de la prueba a 600°C, pero la tasa de absorción de luz después de 100 horas presentó una bajada más grande que la prueba a 600°C, en comparación con el resultado antes de la prueba de resistencia térmica. Pero en la prueba a 750°C, como indicado en la Tabla 8, la bajada observada en la muestra 4 y la muestra 5 era más pequeña que la observada en la película de control.

[Tabla 8]

Horas (h)	Tasa de absorción solar ponderada: $\alpha_s(\%)$ (variación a partir de 0 horas)		
	Pyromark (espesor de película 9,25 μm)	3250 (muestra 5)	3250 (muestra 4)
0	96,66	96,83	96,99
10	96,47 (-0,19)	96,74 (-0,09)	96,88 (-0,11)
100	96,86 (-1,8)	-	96,80 (-0,19)

La Figura 26 muestra el resultado de medición de la tasa de absorción de luz antes y después de la prueba de resistencia térmica a 850°C de las películas con estructura de tres capas (en la figura se indica como 3250) preparadas en el ejemplo de experimento 32. Se realizó la prueba de resistencia térmica de 10 horas con la muestra 3, de 20 horas con la muestra 1 y de 100 horas con la muestra 2. Con la muestra 1 se realizó primero la prueba de resistencia térmica de 10 horas, y después 10 horas de la misma prueba adicionalmente. Con la muestra 2 se realizó primero la prueba de resistencia térmica de 10 horas, y después 90 horas de la misma prueba adicionalmente. En la Tabla 9 se muestra el resultado de la tasa de absorción de luz solar ponderada.

[Tabla 9]

Horas (h)	Tasa de absorción solar ponderada: $\alpha_s(\%)$ (variación a partir de 0 horas)			
	Pyromark (espesor de película 25 μm)	3250 (muestra 3)	3250 (muestra 1)	3250 (muestra 2)
0	96,77	96,94	96,91	96,96
10	94,02 (-2,75)	96,72 (-0,23)	96,49 (-0,42)	96,54 (-0,42)
20	-	-	96,42 (-0,49)	-
100	fallo	-	-	96,47(-0,49)

El resultado muestra una bajada en comparación con el resultado de la prueba a 600°C y de la prueba a 750°C. Particularmente alrededor de 1500 nm se observó una bajada significativa. Lo interesante es que no se observó casi nada de bajada de la tasa de absorción de luz solar ponderada en la prueba de 20 horas (-0,49%) y en la prueba de 100 horas (-0,50%). No obstante, se considera que será necesaria una prueba de resistencia térmica de más largo tiempo para estar seguro de este fenómeno. El grado de bajada de la tasa de absorción de luz solar ponderada es mucho más pequeño que el de la película de control (antes de la prueba de resistencia térmica 96,77%, después de la prueba de 10 horas 94,02%,

bajada de -2,75%). En la película de control ocurrió la despegadura en la prueba de 100 horas. Estos resultados muestran que las películas preparadas en el ejemplo de experimento 32 (3250) tienen no solo una alta tasa de absorción de luz sino también una resistencia a alta temperatura en comparación con la película de control.

5

Aplicabilidad Industrial

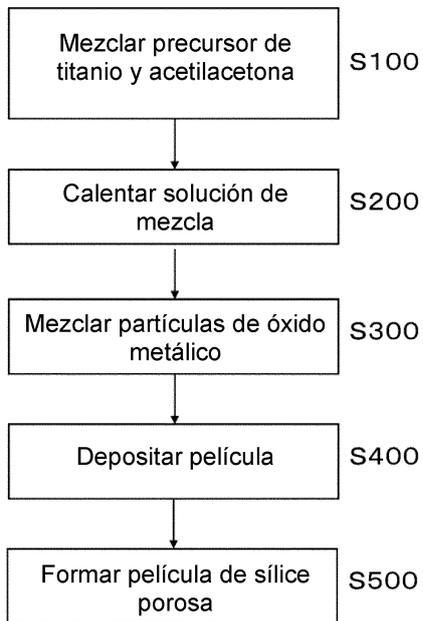
La película colectora térmica para generación de energía solar térmica a que se refiere la presente invención se puede aplicar a la generación de energía solar térmica.

REIVINDICACIONES

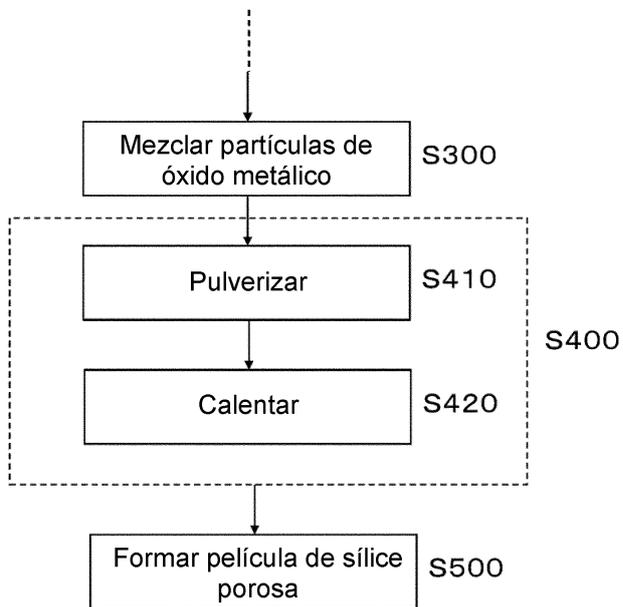
- 1.- Una película colectora térmica para generación de energía solar térmica que tiene una estructura de red de partículas compuestas que comprenden: partículas de óxido metálico que contienen principalmente dos o más tipos de metales seleccionados entre Mn, Cr, Cu, Zr, Mo, Fe, Co, y Bi; y óxido de titanio que cubre parcial o enteramente la superficie de las partículas; en donde la rugosidad media aritmética de la superficie de la película es de 1,0 μm o más y la relación del área de la superficie de la red de las partículas compuestas con respecto al área de la superficie plana de la película es de 7 o más.
- 2.- La película colectora térmica para generación de energía solar térmica de acuerdo con la reivindicación 1 en que el óxido metálico contiene principalmente dos o más tipos de metales seleccionados entre Cr, Mn y Cu.
- 3.- La película colectora térmica para generación de energía solar térmica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 que comprende además una película de sílice porosa en la superficie más externa.
- 4.- La película colectora térmica para generación de energía solar térmica de acuerdo con una cualquiera de reivindicaciones 1 a 3 en que la reflectancia de luz en la región de la luz visible con longitud de onda de 400-700 nm es inferior a 5,0%.
- 5.- Un método para fabricar la película colectora térmica para generación de energía solar térmica descrita en una cualquiera de reivindicaciones 1 a 4 que incluye una primera etapa de mezcla en que se mezclan alcóxido de titanio (A) y por lo menos uno de entre acetilacetona y acetoacetato de etilo (B) de modo que la relación molar entre (A):(B) sea 1:1 o más; una segunda etapa de mezcla en que en una solución obtenida después de la primera etapa de mezcla se mezclan las partículas de óxido metálico que contienen principalmente dos o más tipos de metales seleccionados entre Mn, Cr, Cu, Zr, Mo, Fe, Co, y Bi; y una etapa de depósito de película en que se deposita una película proporcionando una mezcla obtenida después de la segunda etapa de mezcla en una placa de base.

- 6.- El método para fabricar una película colectora térmica para generación de energía solar térmica de acuerdo con la reivindicación 5 en que la etapa de depósito de película es una etapa para pulverizar la mezcla sobre la placa de base calentada a 250-400°C.
- 7.- El método para fabricar una película colectora térmica para generación de energía solar
5 térmica de acuerdo con la reivindicación 5 en que la etapa de depósito de película incluye una etapa para pulverizar la mezcla sobre la placa de base con temperatura de menos de 250°C; y una etapa para calentar la mezcla a 250°C-400°C después de la etapa para pulverizar.
- 8.- El método para fabricar una película colectora térmica para generación de energía solar
10 térmica de acuerdo con una cualquiera de reivindicaciones 5 a 7 en que el óxido metálico contiene principalmente dos o más tipos de metales entre Cr, Mn y Cu.
- 9.- El método para fabricar una película colectora térmica para generación de energía solar térmica de acuerdo con una cualquiera de reivindicaciones 5 a 8 que incluye además una etapa de formación de película de sílice para formar una película de sílice porosa en la superficie más
15 externa.
- 10.- El método para fabricar una película colectora térmica para generación de energía solar térmica de acuerdo con una cualquiera de reivindicaciones 5 a 9 en que la reflectancia de luz en la región de la luz visible con longitud de onda entre 400-700 nm es inferior a 5,0%.

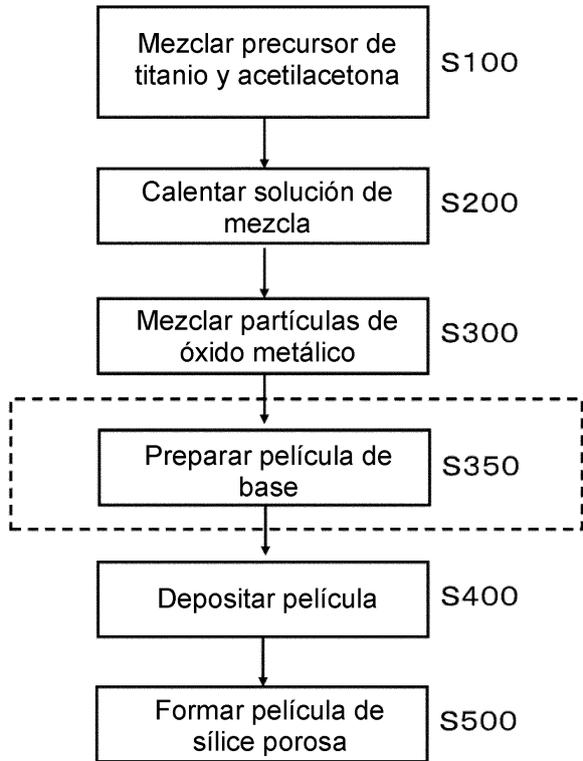
[Figura 1A]



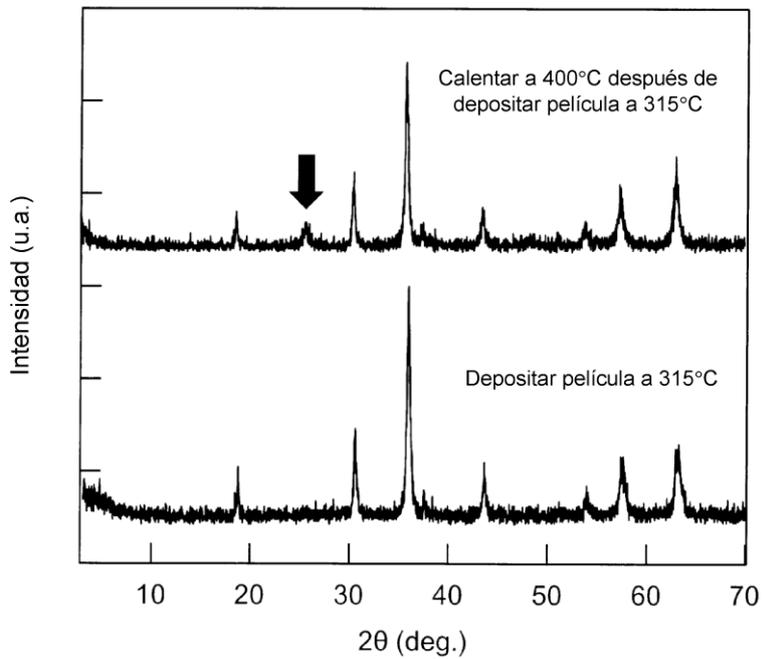
[Figura 1B]



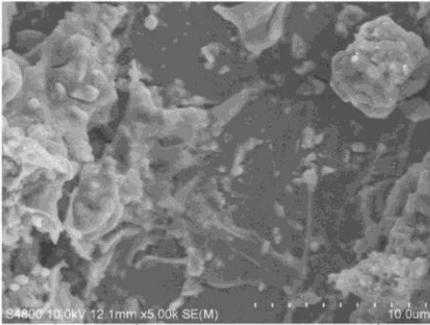
[Figura 1C]



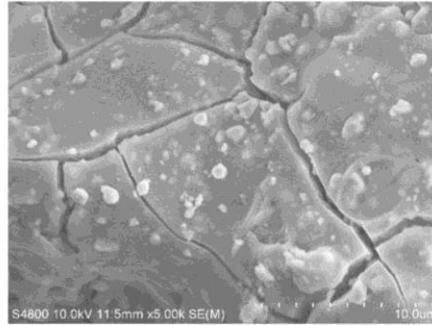
[Figura 2]



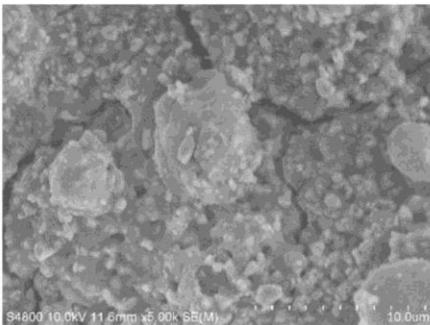
[Figura 3]



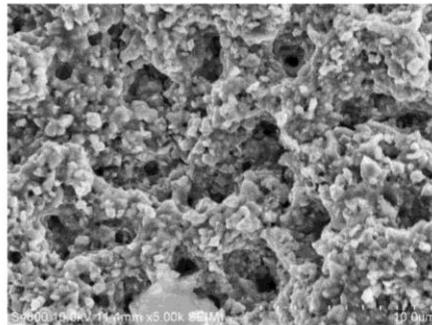
Ejemplo de (TTiP:AcAc=1:0)
realización 2



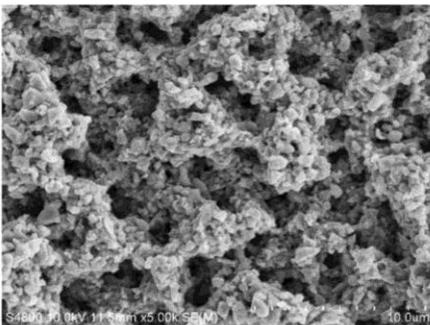
Ejemplo de (TTiP:AcAc=1:0,5)
realización 3



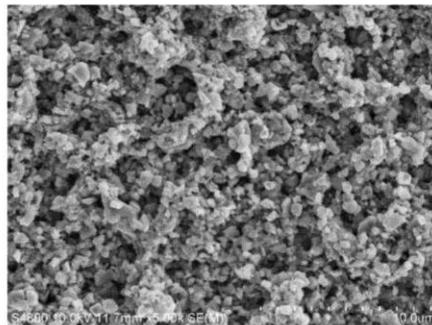
Ejemplo de (TTiP:AcAc=1:1)
realización 4



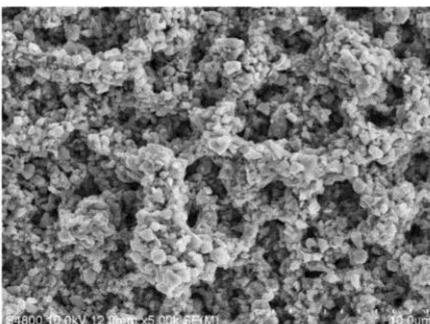
Ejemplo de (TTiP:AcAc=1:1,5)
realización 5



Ejemplo de (TTiP:AcAc=1:2)
realización 1



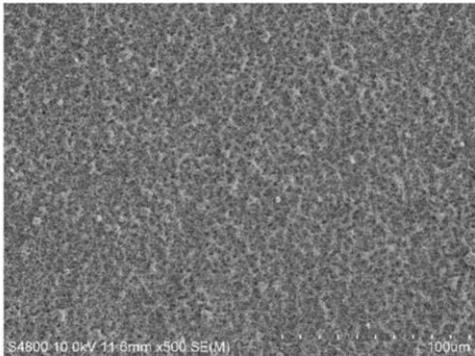
Ejemplo de (TTiP:AcAc=1:3)
realización 6



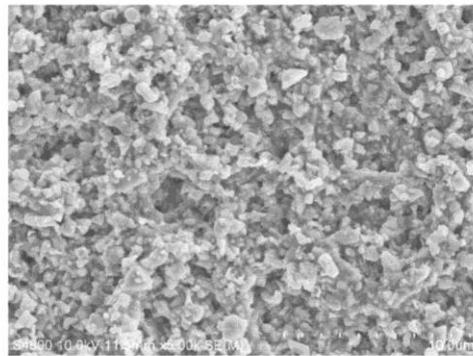
Ejemplo de (TTiP:AcAc=1:4)
realización 7

[Figura 4]

Ejemplo de realización 8 (TTiP:EA_cAc=1:2)

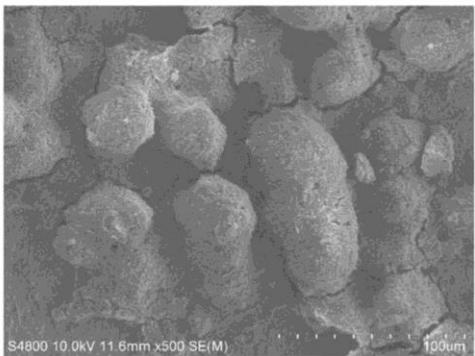


Bajo aumento

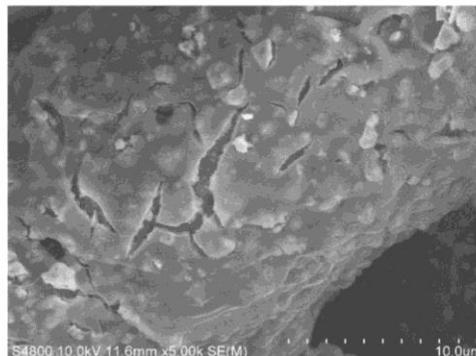


Alto aumento

Ejemplo de realización 9 (TTiP:DEM=1:2)

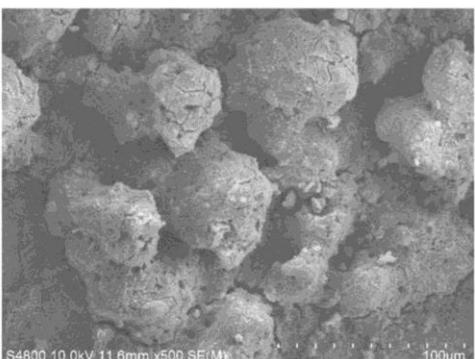


Bajo aumento

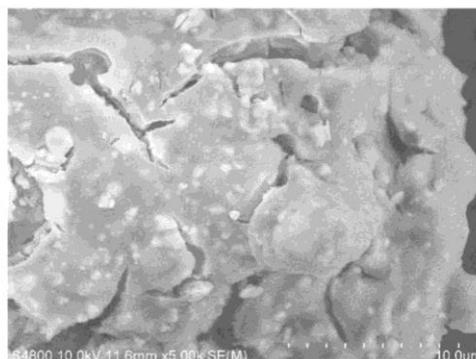


Alto aumento

Ejemplo de realización 10 (TTiP:DEM=1:4)



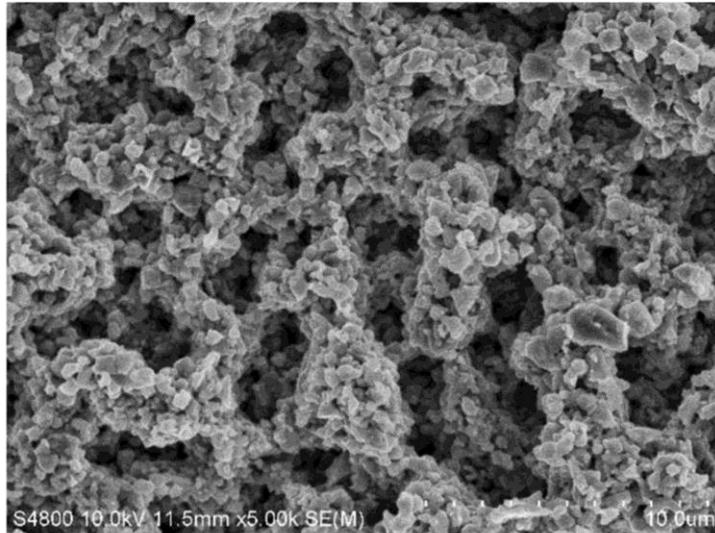
Bajo aumento



Alto aumento

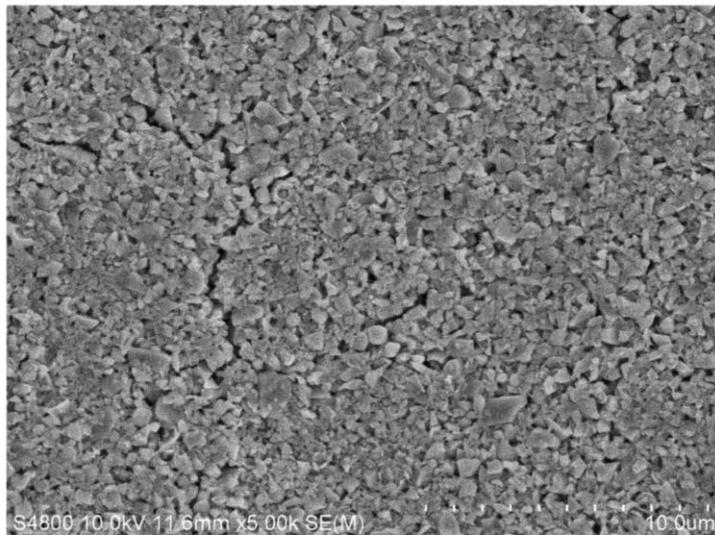
[Figura 5]

(5A)



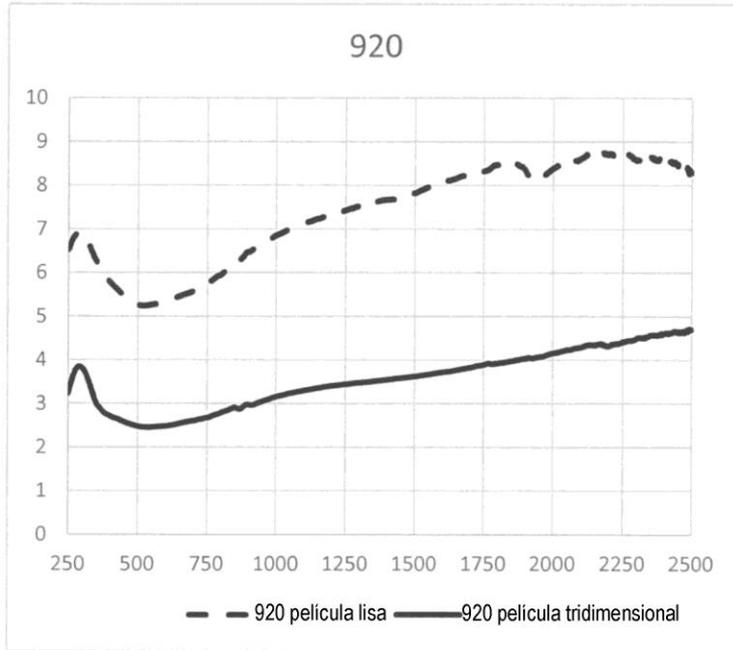
Película de cuerpo poroso del ejemplo de experimento 1 (película tridimensional)

(5B)



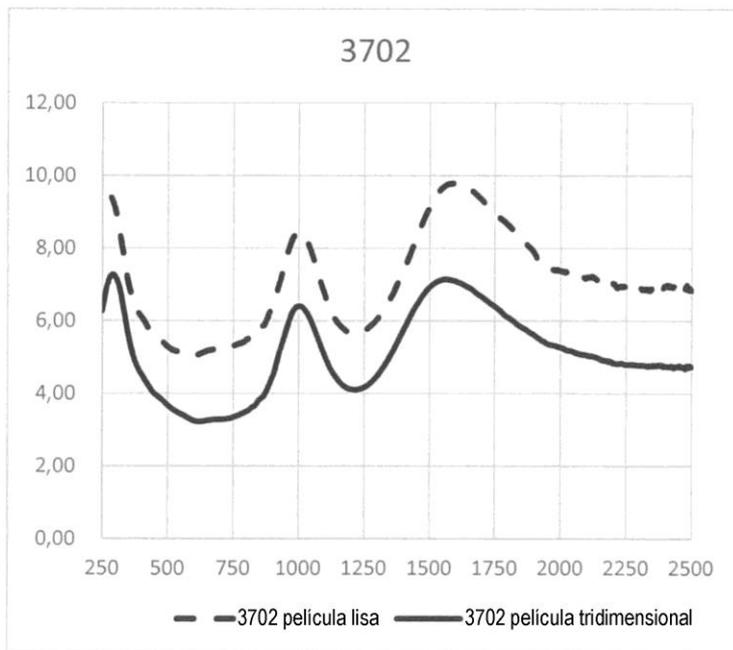
Película lisa del ejemplo de experimento 21

[Figura 6]



920

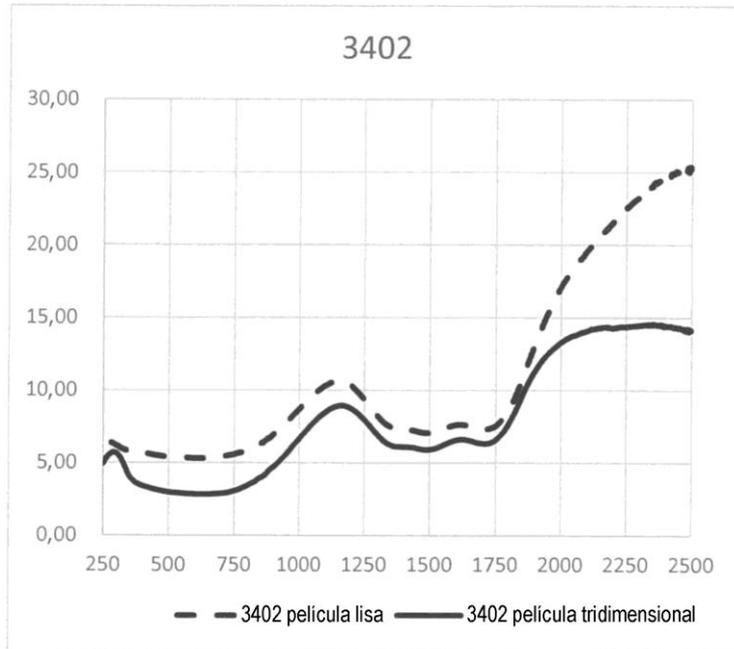
Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	5,58	2,60
600	5,33	2,48
500	5,27	2,48
400	5,79	2,72



3702

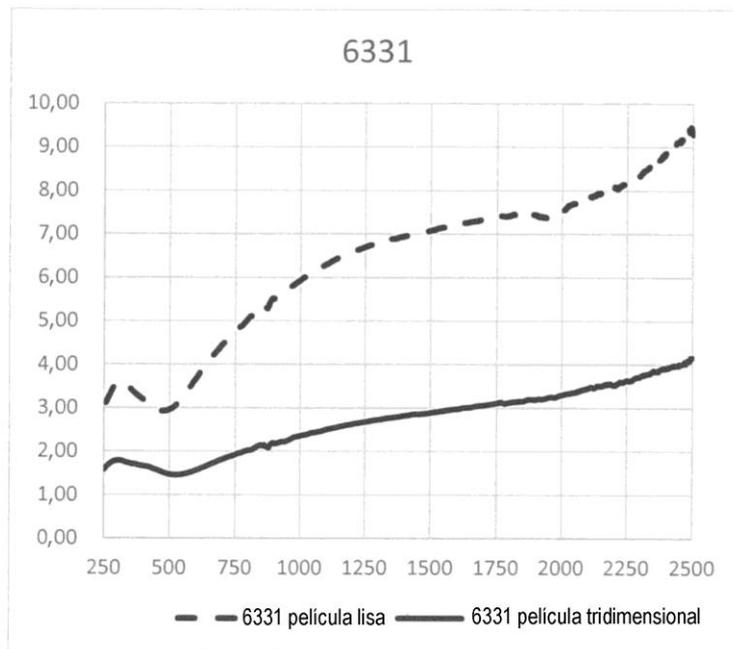
Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	5,22	3,29
600	5,04	3,25
500	5,29	3,67
400	6,10	4,51

[Figura 7]



3402

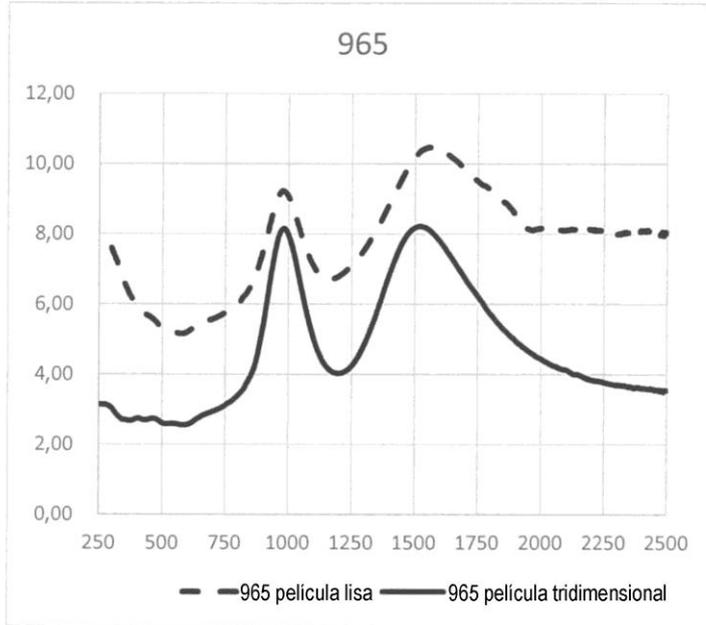
Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	5,41	2,88
600	5,31	2,83
500	5,42	2,97
400	5,70	3,40



6331

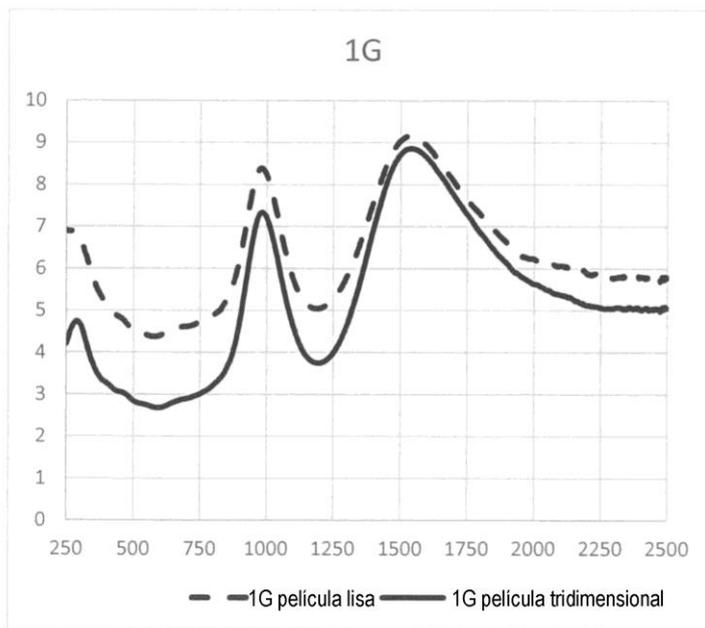
Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	4,45	1,81
600	3,67	1,56
500	2,97	1,47
400	3,19	1,66

[Figura 8]



965

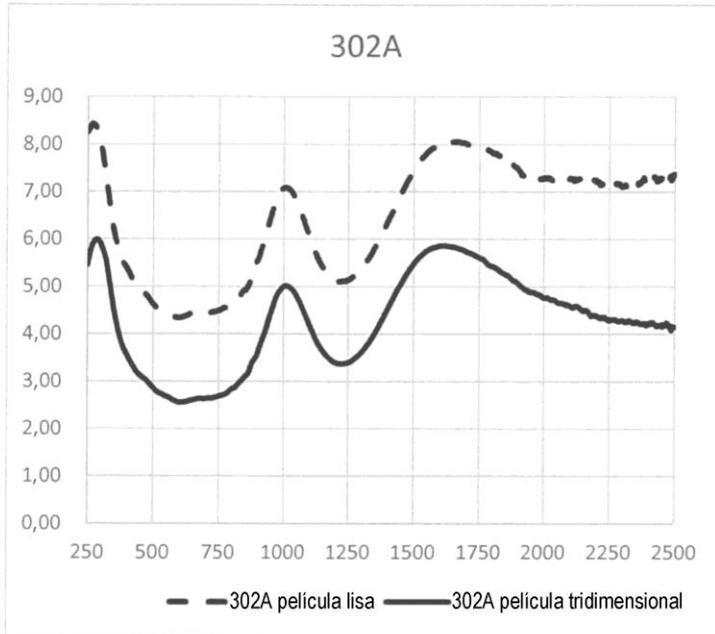
Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	5,57	2,93
600	5,21	2,56
500	5,31	2,61
400	6,01	2,74



1G

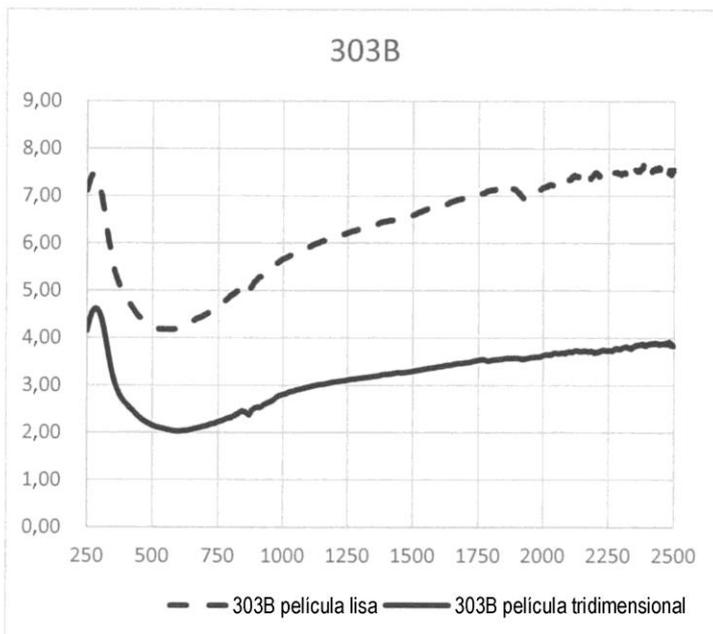
Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	4,62	2,90
600	4,41	2,68
500	4,50	2,84
400	5,16	3,27

[Figura 9]



302A

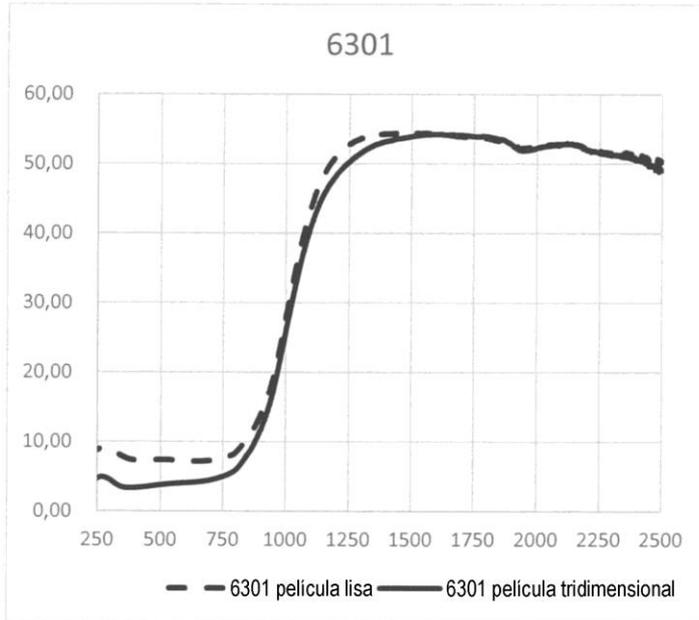
Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	4,44	2,63
600	4,34	2,56
500	4,64	2,87
400	5,40	3,57



303B

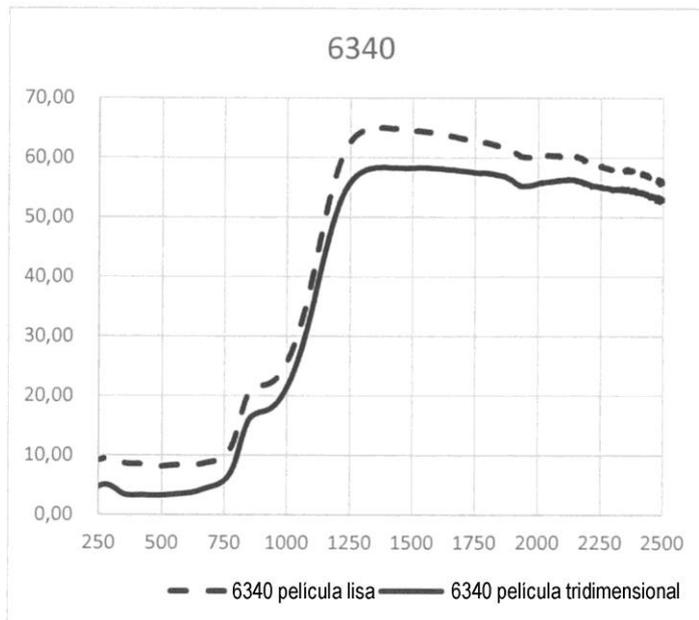
Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	4,49	2,13
600	4,20	2,03
500	4,24	2,16
400	4,84	2,62

[Figura 10]



6301

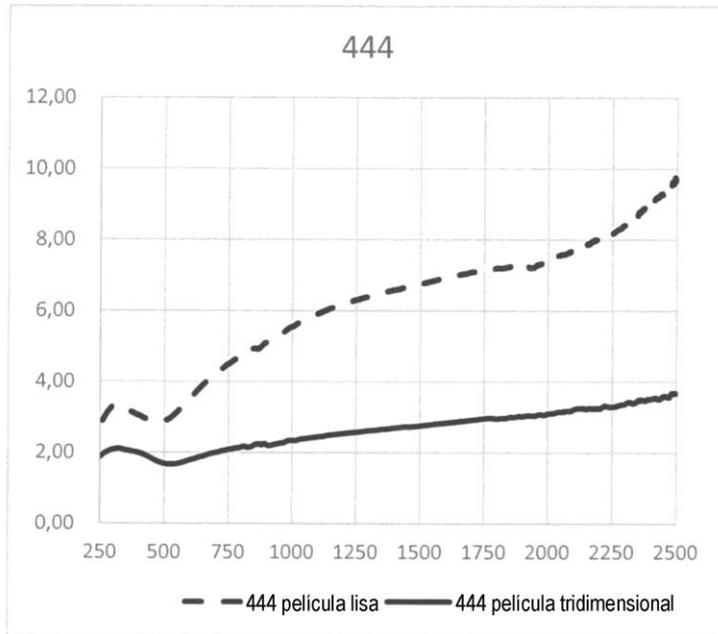
Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	7,30	4,49
600	7,26	4,08
500	7,42	3,79
400	7,37	3,37



6340

Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	8,97	4,72
600	8,33	3,58
500	8,15	3,23
400	8,54	3,25

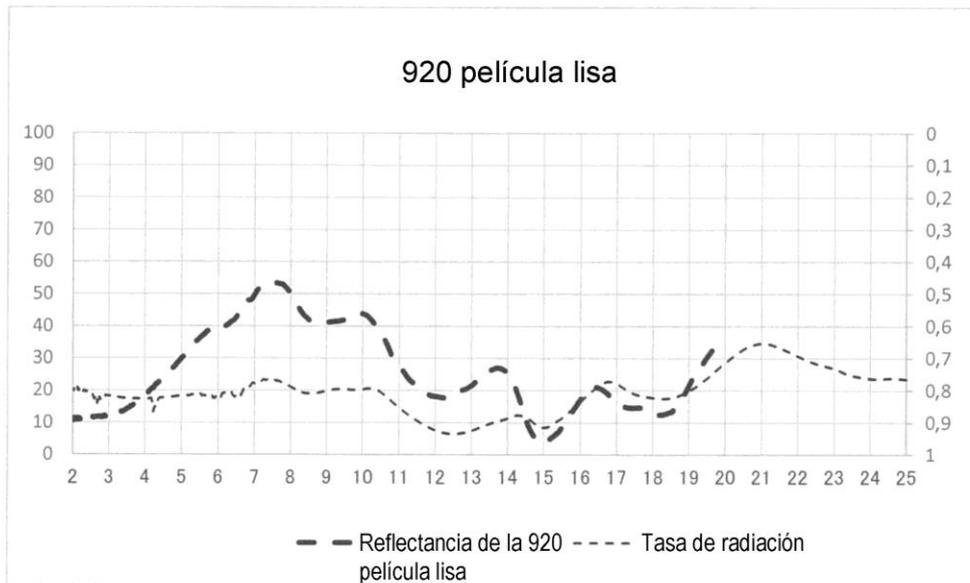
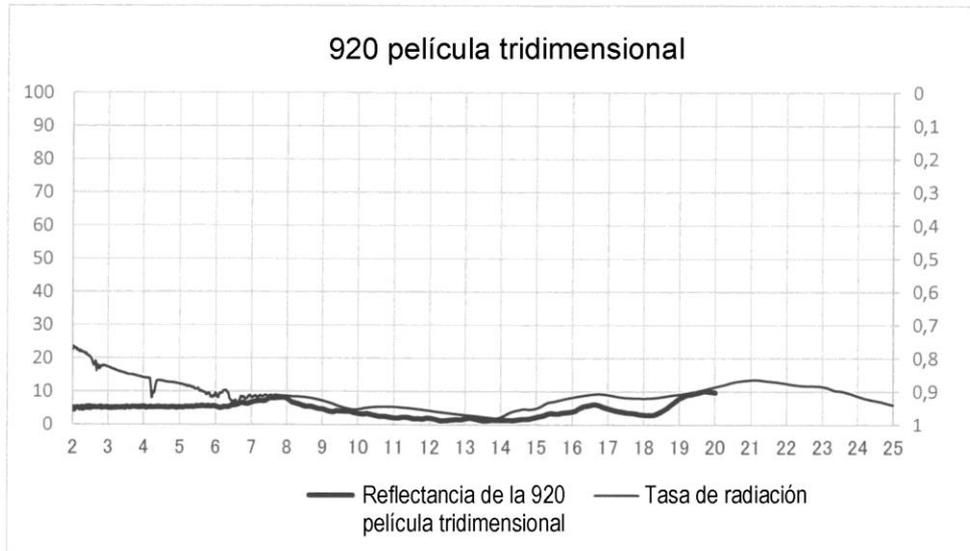
[Figura 11]



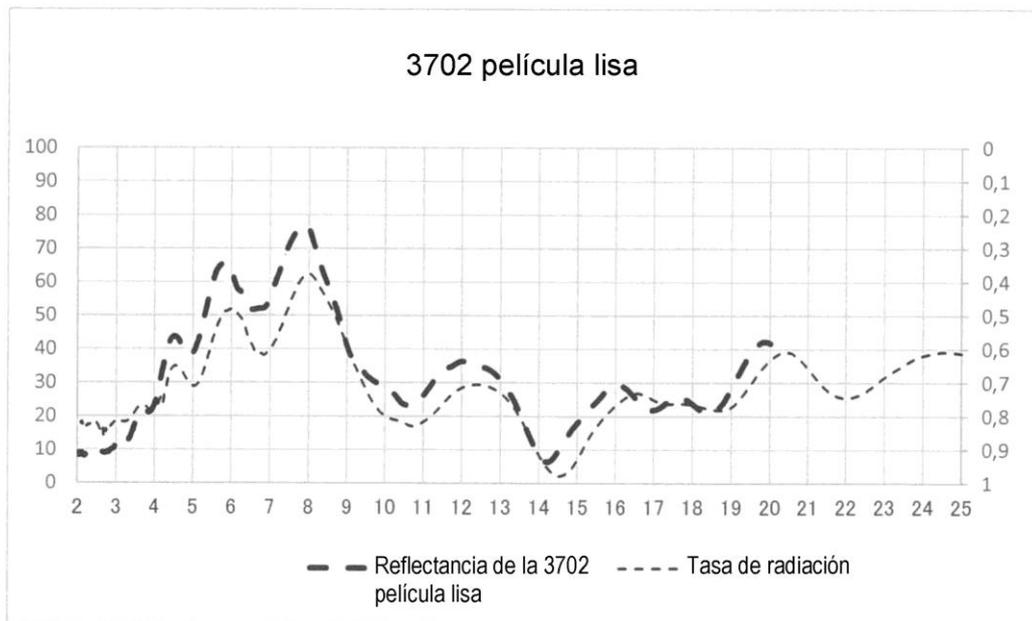
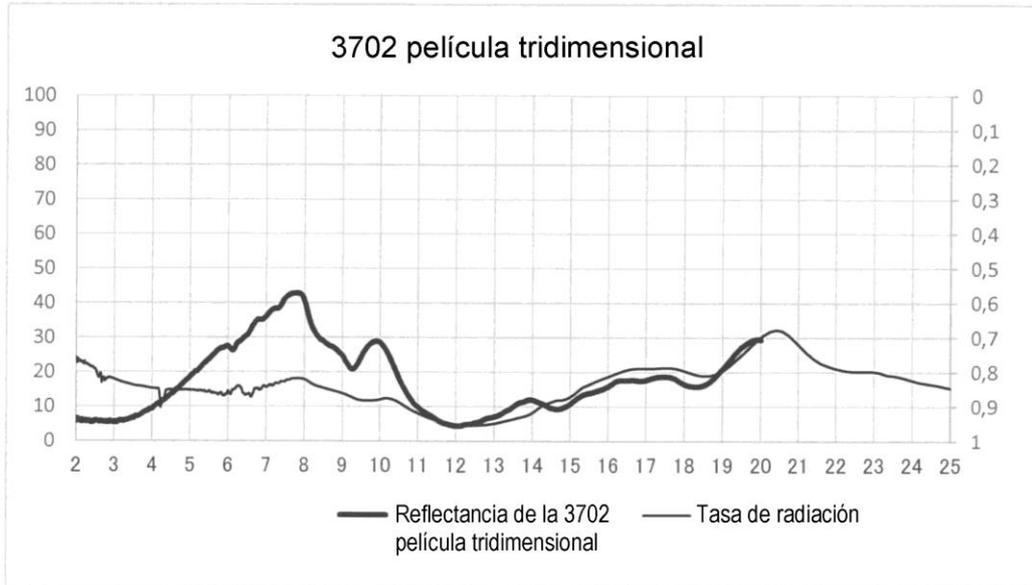
444

Longitud de onda (nm)	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	4,21	1,99
600	3,54	1,79
500	2,88	1,68
400	3,05	1,99

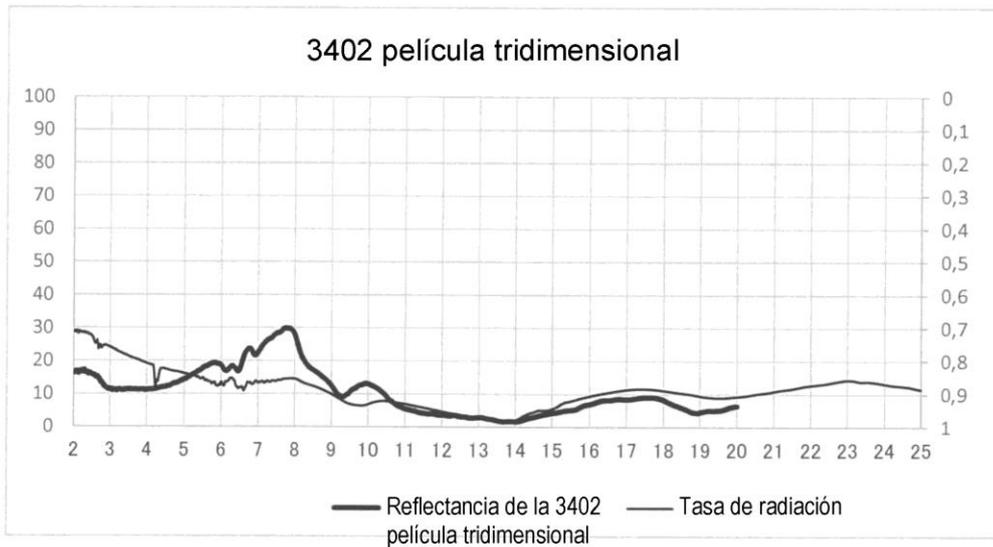
[Figura 12]



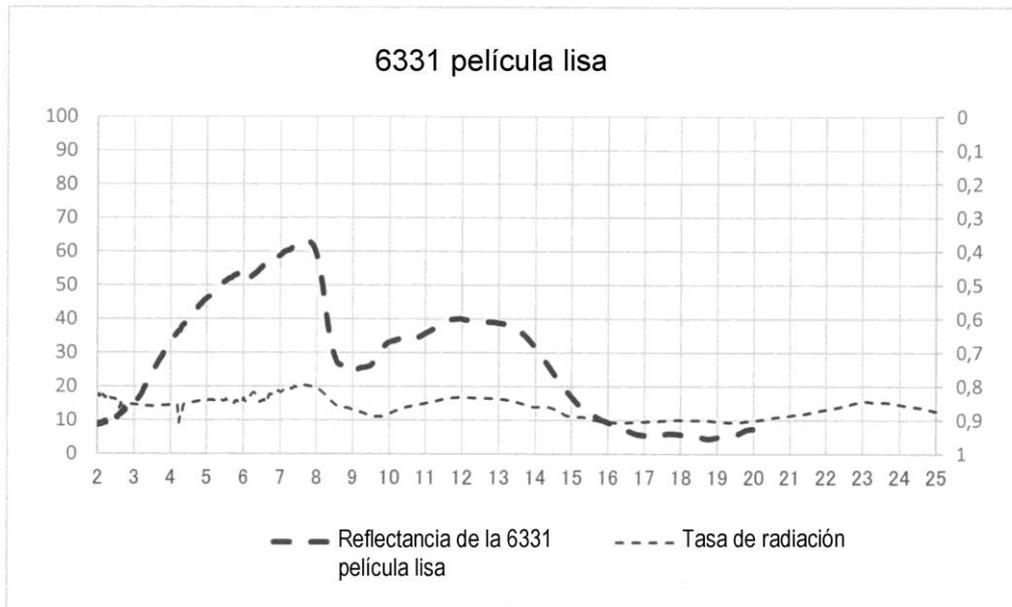
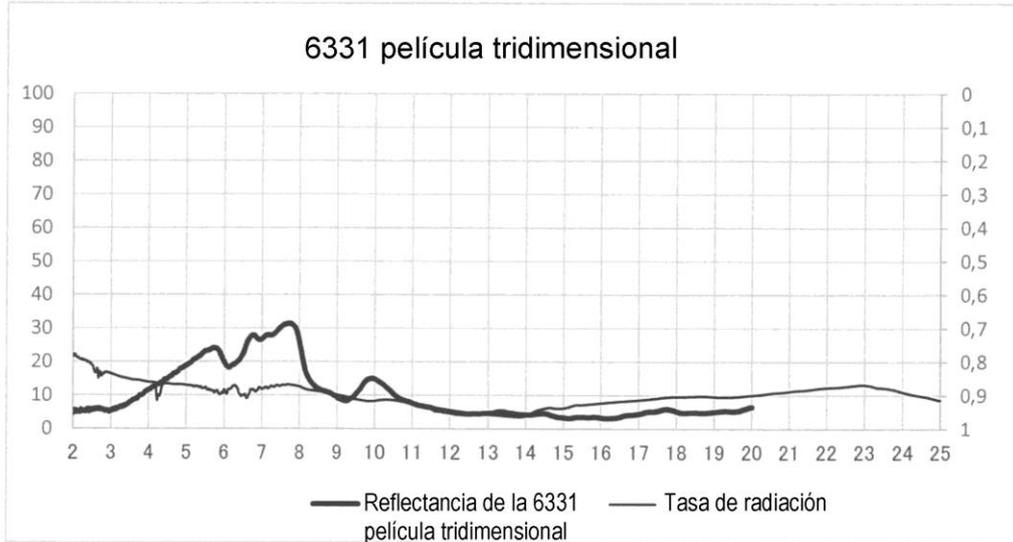
[Figura 13]



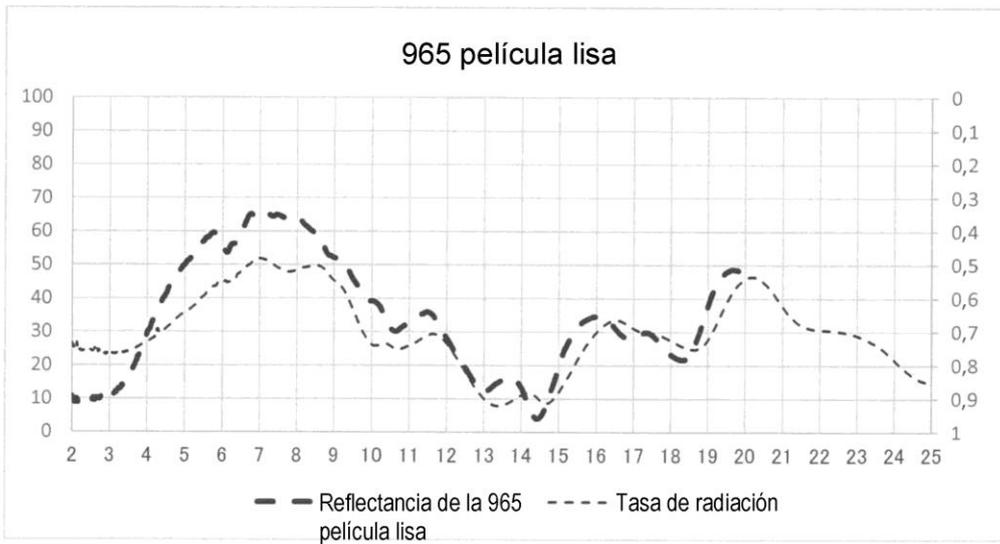
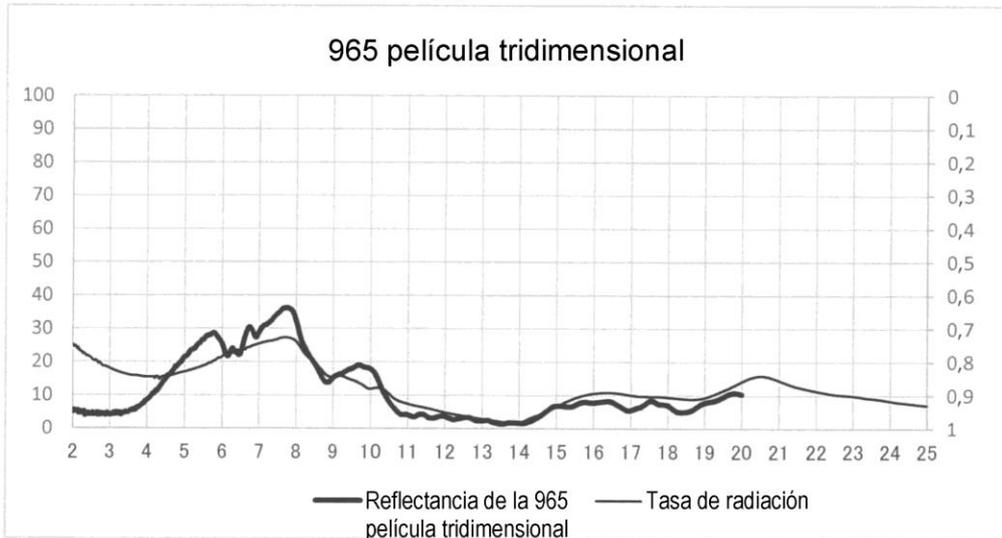
[Figura 14]



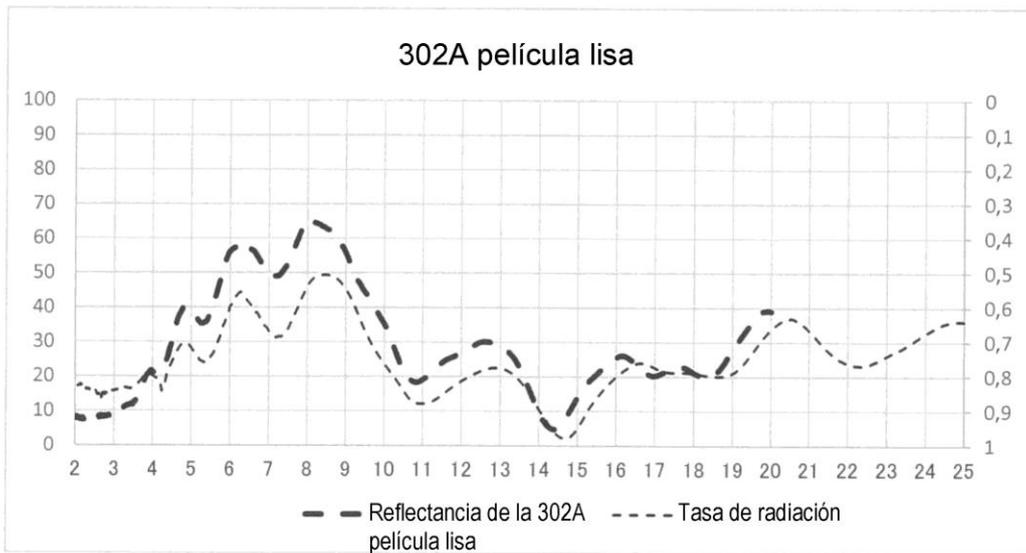
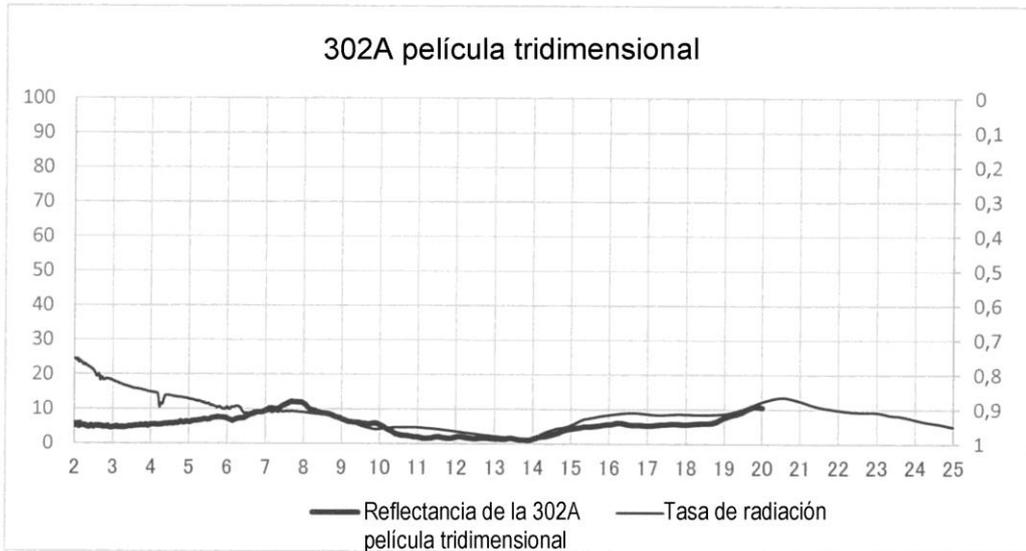
[Figura 15]



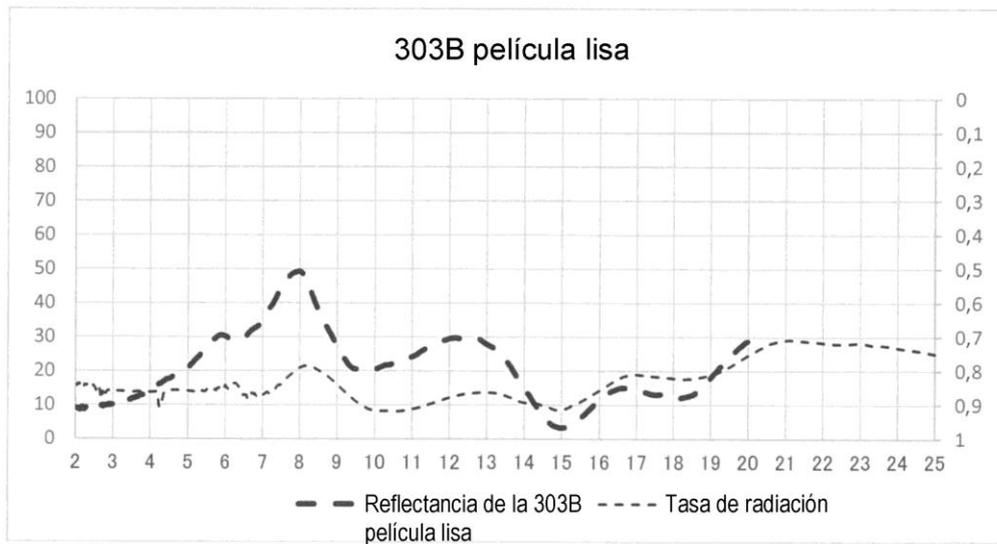
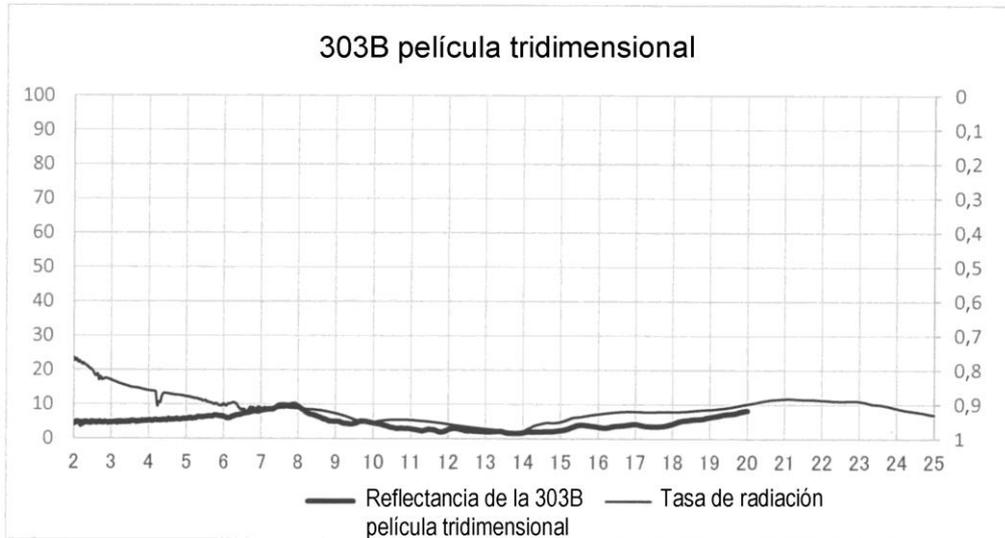
[Figura 16]



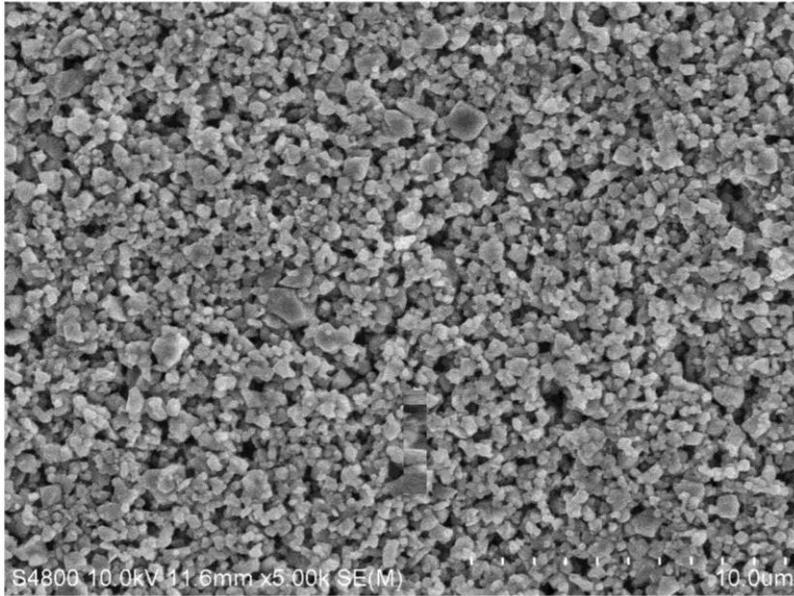
[Figura 17]



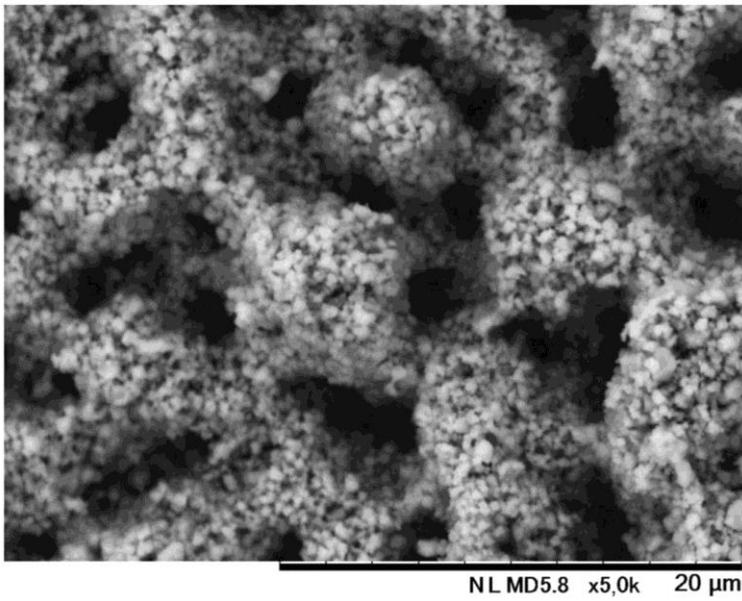
[Figura 18]



[Figura 19]

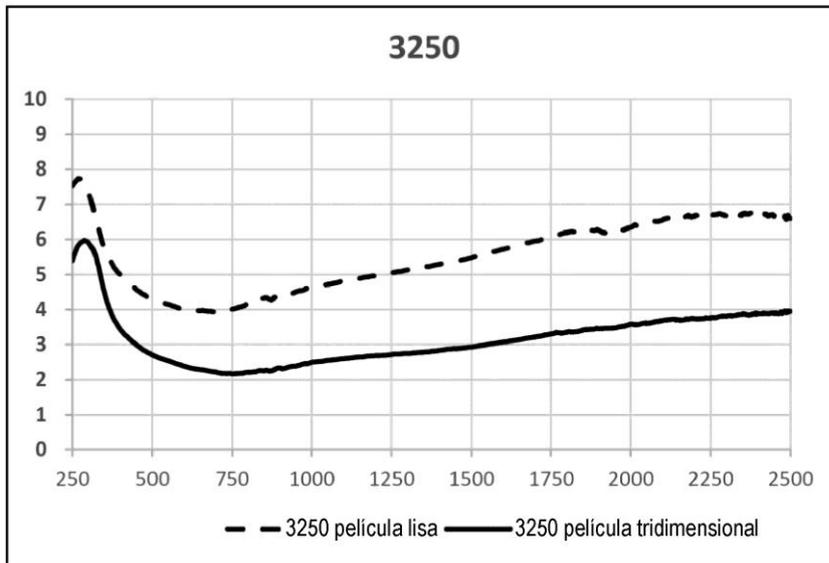


Película de base (3250 película lisa)



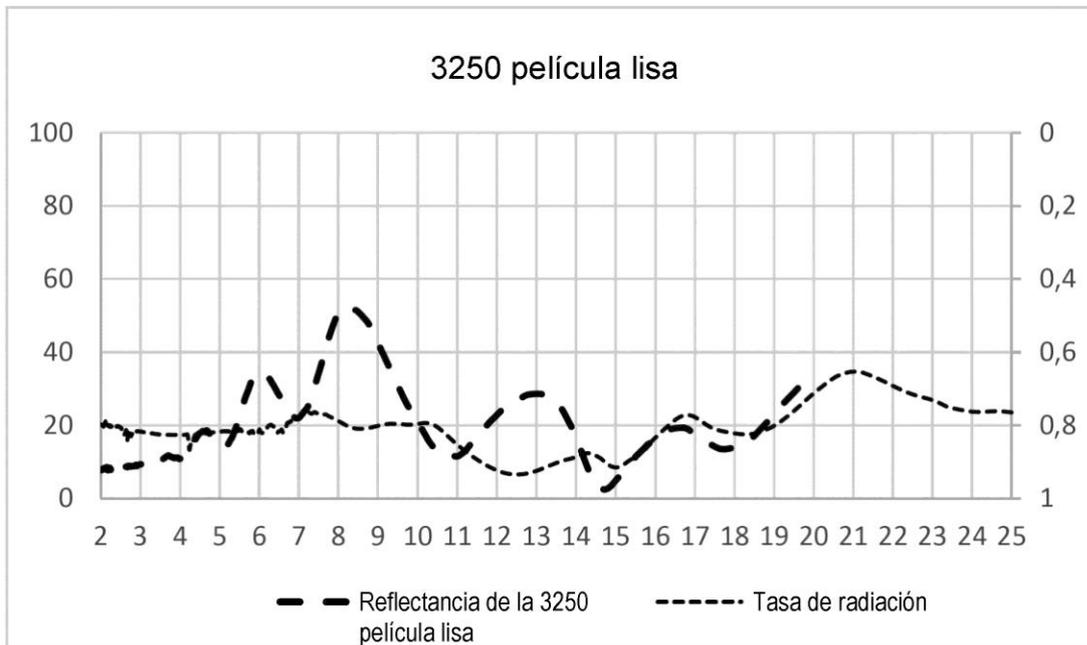
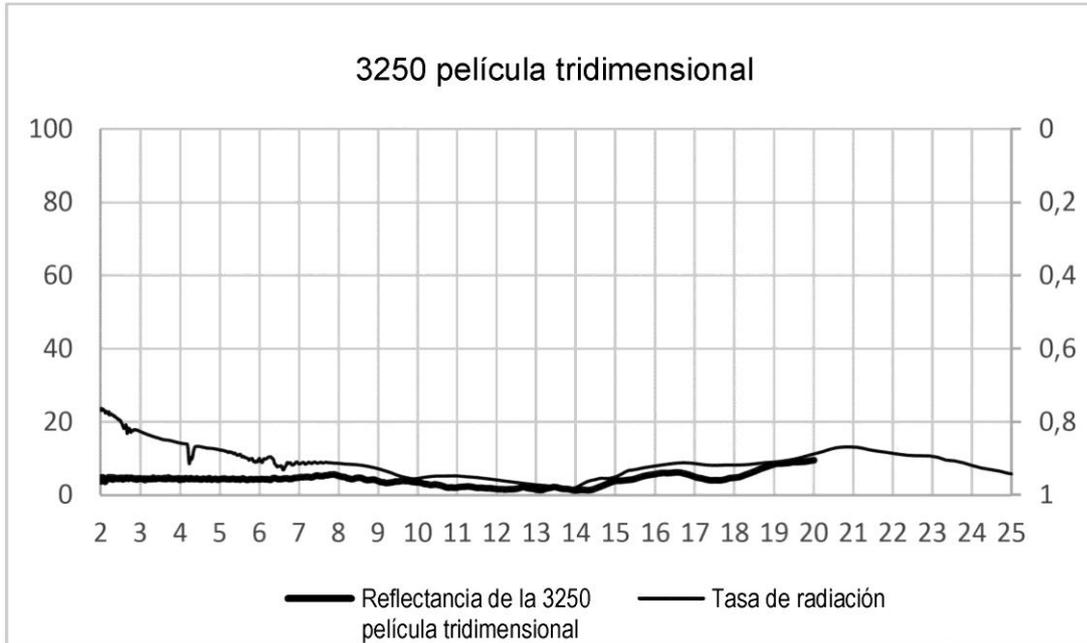
Película de absorción de luz
(3250 película tridimensional)

[Figura 20]

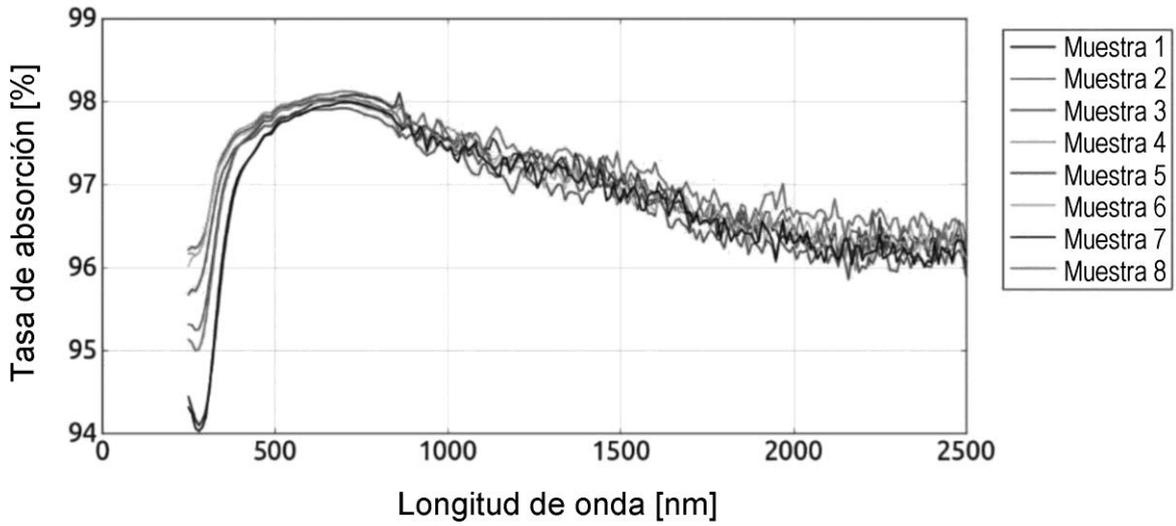


Longitud de onda (nm)	3250	
	Reflectancia (%)	
	Película lisa	Película tridimensional
700	3,93	2,21
600	4,00	2,38
500	4,31	2,71
400	4,99	3,43

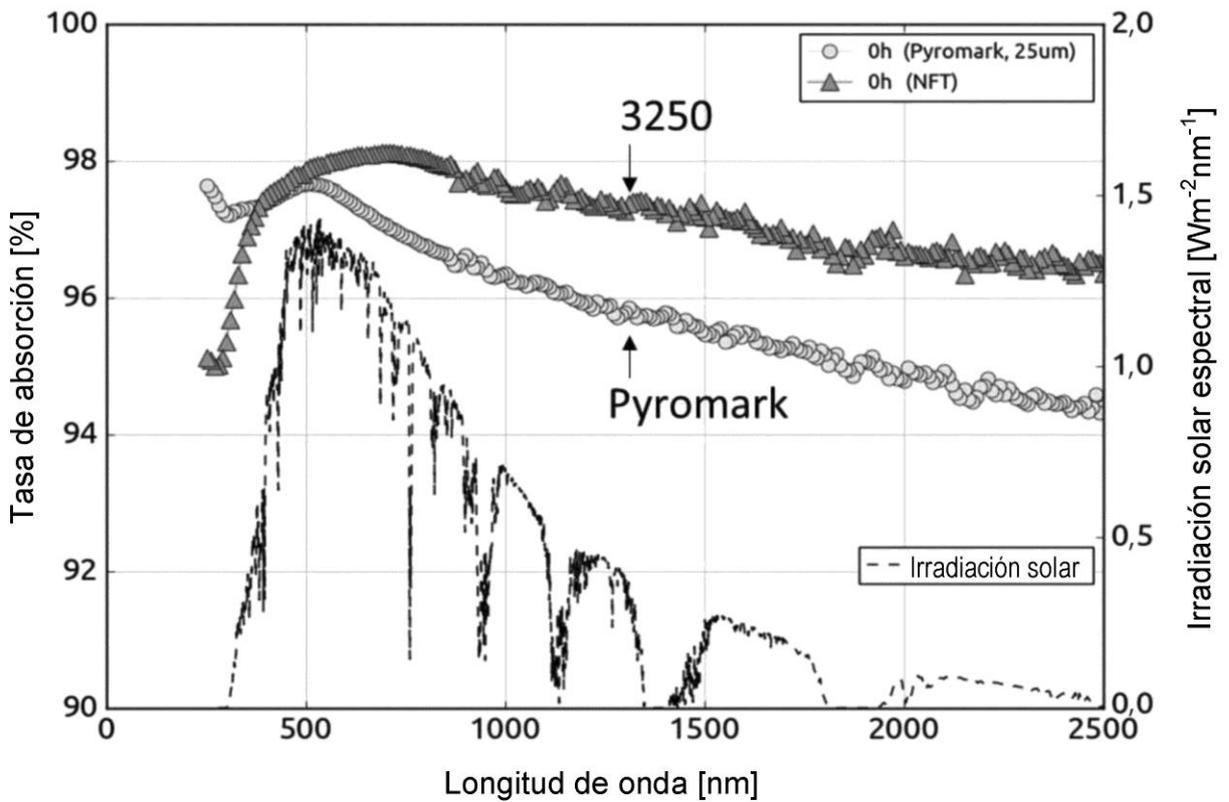
[Figura 21]



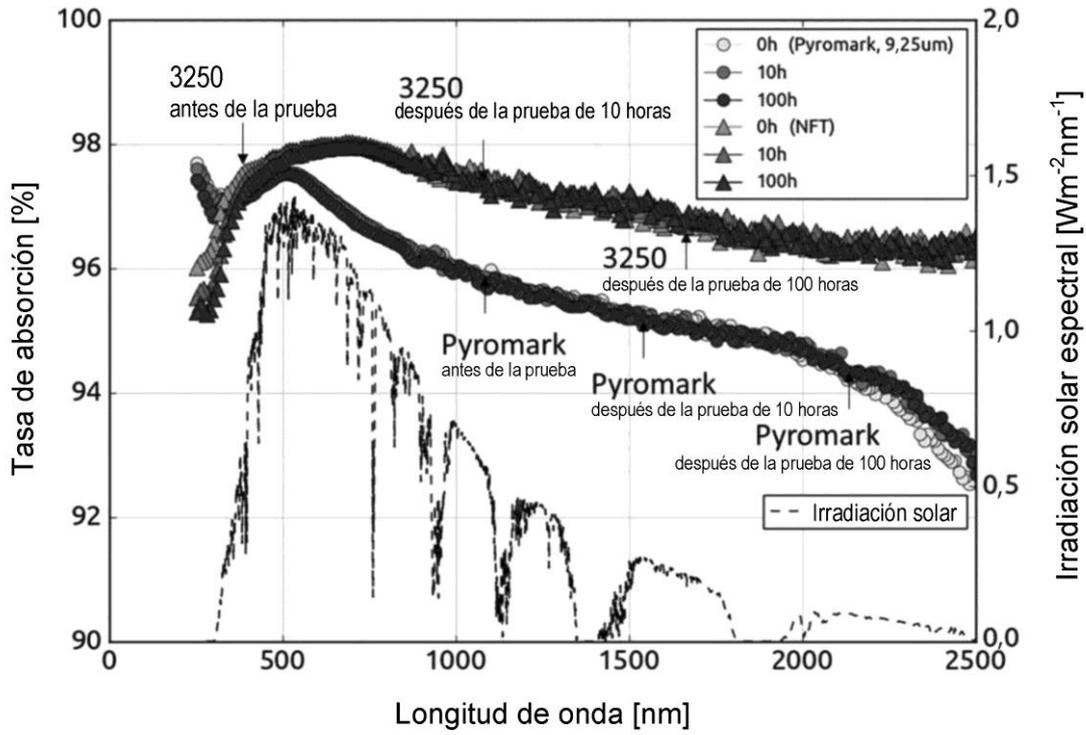
[Figura 22]



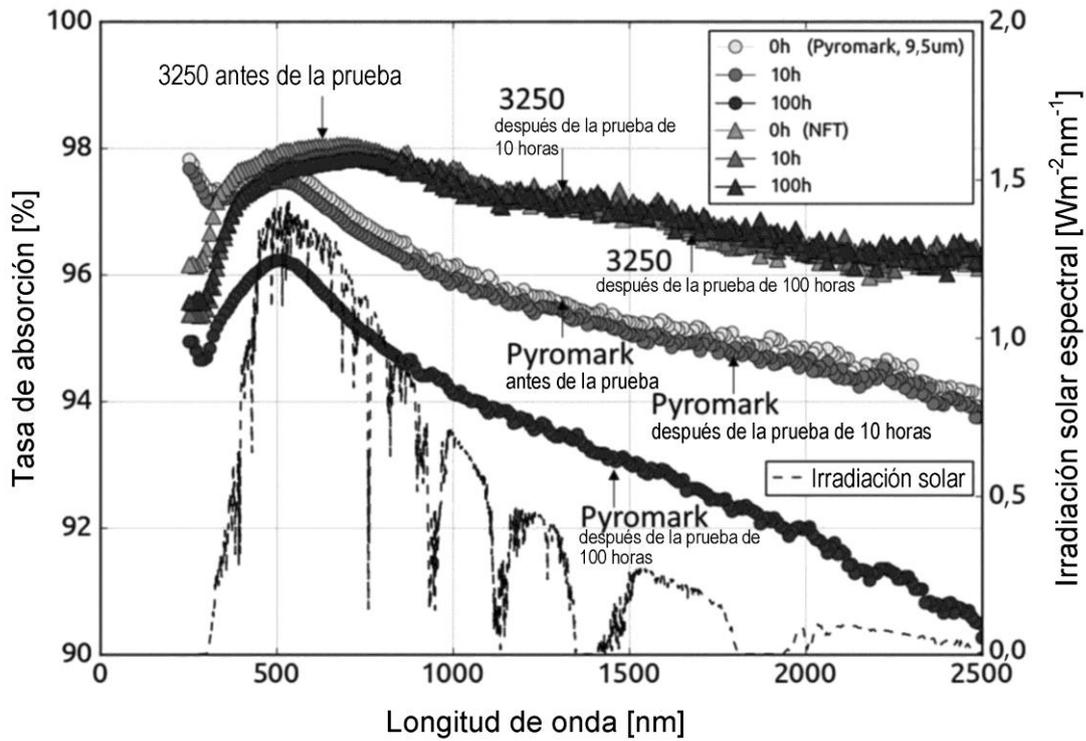
[Figura 23]



[Figura 24]



[Figura 25]



[Figura 26]

