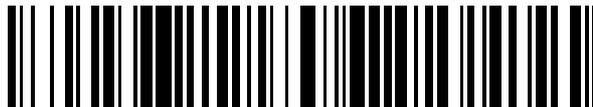


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 885**

51 Int. Cl.:

C23C 14/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.03.2015 PCT/US2015/020151**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2015 WO15183374**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2015 E 15712491 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3149220**

54 Título: **Óxido de estaño dopado con indio conductor transparente**

30 Prioridad:

30.05.2014 US 201414292200

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

04.02.2020

73 Titular/es:

**PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (100.0%)
3800 West 143rd Street
Cleveland, OH 44111, US**

72 Inventor/es:

**UPRETY, KRISHNA K.;
LAKDAWALA, KHUSHROO H.;
SHELLENBERGER, RUSSELL y
ALI, MAHMOOD AHMAD**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 739 885 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Óxido de estaño dopado con indio conductor transparente

5 ANTECEDENTES

10 Los óxidos metálicos conductores transparentes (OCT) son útiles para una diversidad de aplicaciones como resultado de su transparencia y conductividad. Por ejemplo, el óxido de indio y estaño es un óxido metálico transparente y conductor que incluye indio, estaño y oxígeno. El óxido de indio y estaño se puede formar sobre un sustrato mediante pulverización desde un objetivo que está estacionario en relación con el sustrato durante la pulverización.

15 La patente US 2004/0231973 A1 describe un dispositivo de pulverización, una fuente de pulverización y un procedimiento de pulverización para pulverizar una fina película de óxido de indio y estaño (ITO). El dispositivo de pulverización incluye un dispositivo de transferencia que mueve una pluralidad de objetivos con respecto a un sustrato que se pulveriza en una dirección paralela a un plano en el que se encuentran las superficies de los objetivos respectivos. Cuando se pulveriza la pluralidad de objetivos, el sustrato se mantiene en un estado estacionario, y la pluralidad de objetivos se mueve hacia la izquierda y hacia la derecha con respecto a una dirección a lo ancho de una pluralidad de electrodos de ánodo, en los que la distancia de movimiento del objetivo en la dirección a lo ancho del electrodo de ánodo es igual a la anchura del ánodo,

20 El documento WO 2010/090197 A1 describe un objeto recubierto con una película conductora transparente, y un procedimiento para producir el mismo, en el que una película conductora transparente que tiene una calidad de película uniforme se forma sobre una superficie de un sustrato, incluso si la superficie del sustrato es grande o la película es gruesa. Al preparar la película conductora transparente, el sustrato se detiene en una primera posición dada en relación con el objetivo, y se realiza una pulverización para formar una película delgada de ITO a un espesor dado. Posteriormente, el sustrato se mueve a una segunda posición, que es diferente de la primera posición, y la pulverización se realiza mientras se mantiene el sustrato estacionario, por lo que se forma una segunda película de ITO a un espesor dado. Es decir, aunque el sustrato se mueve entre la primera y la segunda posición, el sustrato se mantiene estacionario mientras se realiza la pulverización.

30 El documento US 2003/0035906 A1 describe un dispositivo eléctricamente conductor transparente, en el que se mejora una película de óxido de indio y estaño (ITO) al proporcionar una película de ITO que contiene una pila graduada de capas de ITO individuales, en la que el porcentaje atómico de estaño en las capas se selecciona individualmente, en un procedimiento de recubrimiento por pulverización. Las capas de ITO pueden recubrirse por pulverización sobre una lámina o banda polimérica de un rollo a otro rollo mientras la lámina o banda se mueve continuamente.

40 El documento GB 2 361 245 A describe la pulverización de una pluralidad de capas de ITO en las que las capas alternativas son capas enriquecidas con oxígeno. Las capas forman una película que tiene una resistividad de $5 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$. El objetivo de pulverizar el ITO y el sustrato sobre el que se forma el ITO no se mueven uno respecto al otro durante la pulverización.

RESUMEN

45 Según un ejemplo de realización de la presente invención, se proporciona un procedimiento para fabricar óxido de indio y estaño según la reivindicación independiente 1. Las realizaciones preferidas se muestran en las reivindicaciones dependientes.

50 Según una realización de la presente descripción, un procedimiento para fabricar óxido de indio y estaño incluye la pulverización de indio y estaño desde un objetivo sobre un sustrato para formar el óxido de indio y estaño sobre el sustrato, incluyendo la pulverización el movimiento del objetivo en relación con el sustrato a lo largo de una trayectoria sobre el sustrato.

55 La resistencia de lámina del óxido de indio y estaño puede ser inferior a 0,5 ohmios por cuadrado.

En algunas realizaciones, el movimiento del objetivo incluye mover el objetivo desde un extremo de la trayectoria a otro extremo de la trayectoria.

60 Mover el objetivo desde el extremo de la trayectoria al otro extremo de la trayectoria puede formar una primera capa de óxido de indio y estaño.

El extremo de la trayectoria puede estar sobre un extremo del sustrato y el otro extremo de la trayectoria puede estar sobre otro extremo del sustrato.

65 En algunas realizaciones, el procedimiento incluye además mover el objetivo desde el otro extremo de la trayectoria al extremo de la trayectoria para completar un ciclo.

Mover el objetivo desde el otro extremo de la trayectoria al extremo de la trayectoria puede formar una segunda capa de óxido de indio y estaño sobre la primera capa de óxido de indio y estaño.

5 El movimiento del objetivo puede incluir completar una pluralidad de ciclos.

En algunas realizaciones, completar la pluralidad de ciclos forma una pluralidad de capas de óxido de indio y estaño.

El movimiento del objetivo puede incluir completar 2 o más ciclos.

10 La pulverización se puede realizar a una temperatura en un intervalo de temperatura ambiente a aproximadamente 700 °F (aproximadamente 371 °C).

La pulverización puede realizarse durante un período de tiempo de aproximadamente 1 minuto o más.

15 La pulverización se puede realizar mientras fluye un gas inerte sobre el sustrato a un caudal de gas inerte en un intervalo de aproximadamente 100 a aproximadamente 600 sccm, y mientras fluye oxígeno sobre el sustrato a un caudal de oxígeno en un intervalo de aproximadamente 5 a 400 sccm.

20 En algunas realizaciones, una porción del óxido de indio y estaño se recuece a medida que el objetivo se aleja de la porción del óxido de indio y estaño.

El movimiento del objetivo en relación con el sustrato puede incluir mover el objetivo y/o el sustrato.

25 Según una realización de la presente descripción, una película de óxido de indio y estaño incluye óxido de indio y estaño fabricado según un procedimiento descrito en este documento.

Según otra realización de la presente descripción, una transparencia de un vehículo volador, vehículo de tierra, dispositivo de visualización o ventana electrocrómica incluye la película de óxido de indio y estaño.

30 Según otra realización de la presente descripción, un vehículo volador incluye la transparencia.

35 Según otra realización de la presente descripción, una película de óxido de indio y estaño incluye: una primera capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil; una segunda capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil sobre la primera capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil; y una tercera capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil sobre la segunda capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil.

40 La película de óxido de indio y estaño puede tener un espesor en un intervalo de 10 nm a 4 µm. En otras realizaciones, la película de óxido de indio y estaño tiene un espesor en un intervalo de 10 nm a 900 nm.

La resistencia de lámina de la película de óxido de indio y estaño puede ser inferior a 0,5 Ω/□.

45 Según otra realización de la presente descripción, una transparencia de un vehículo volador, vehículo de tierra, dispositivo de visualización o ventana electrocrómica incluye la película de óxido de indio y estaño.

Según otra realización de la presente descripción, un vehículo volador incluye la transparencia.

50 Según otra realización de la presente descripción, un dispositivo de visualización incluye la transparencia.

Según otra realización de la presente descripción, una ventana electrocrómica incluye la transparencia.

55 Según otra realización más de la presente descripción, una película de óxido de indio y estaño incluye una pluralidad de capas de óxido de indio y estaño.

Breve descripción de los dibujos

60 Los dibujos adjuntos, junto con la memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la presente invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la presente invención.

Las figuras 1 a 4 son vistas en sección transversal de un sustrato y un objetivo de pulverización que ilustra una realización de un procedimiento de fabricación de óxido de indio y estaño.

65 La figura 5 es una vista en sección transversal de una transparencia que incluye una película de óxido de indio y estaño según una realización de la presente invención.

La figura 6 es una fotografía SEM de óxido de indio y estaño preparado según una realización de la presente descripción.

5 La figura 7 es una fotografía SEM de óxido de indio y estaño preparado según una realización de la presente descripción.

La figura 8 es una fotografía SEM de óxido de indio y estaño preparado según una realización comparativa.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

10 En la siguiente descripción detallada, solo se muestran y describen, a modo de ilustración, determinadas realizaciones de la presente invención. Como reconocerán los expertos en la materia, la invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe considerarse limitada a las realizaciones establecidas en este documento. Además, en el contexto de la presente solicitud, cuando se hace referencia a un primer elemento como "en" o "sobre" un segundo elemento, puede estar directamente en o sobre el segundo elemento o indirectamente en o sobre el segundo elemento con uno o más elementos intermedios interpuestos entre ellos, y "en" y "sobre" pueden significar cada uno "bajo" o "debajo". Por ejemplo, una capa que está "en" o "sobre" otra capa también puede considerarse "debajo" de la otra capa, y viceversa, dependiendo del punto de vista. El sustrato y la transparencia descritos en este documento pueden estar hechos de vidrio, polímeros (por ejemplo, plástico) u otros materiales adecuados, pueden estar recubiertos o sin recubrir, y pueden formar un dosel, una ventana o un parabrisas de un vehículo terrestre (por ejemplo, un automóvil), una aeronave (por ejemplo, un parabrisas de Embraer), un barco, un edificio o cualquier otro vehículo o estructura adecuada. Además, el sustrato y la transparencia descritos en este documento pueden incluirse en una pantalla (por ejemplo, una pantalla LCD) o en una ventana electrocrómica. En los dibujos, algunas características, tales como el espesor de capas y regiones, se pueden ampliar o exagerar para mayor claridad. La presente descripción no se limita a los tamaños y espesores mostrados en los dibujos. Como se usa en este documento, el término "pluralidad" se refiere a dos o más. Los números de referencia similares designan elementos similares en toda la memoria descriptiva.

25 En la siguiente descripción detallada, algunas indicaciones relativas a las temperaturas se presentan en grados de unidad Fahrenheit (°F) y algunas indicaciones sobre dimensiones, en particular longitudes y áreas, se presentan en la unidad de pulgada. A continuación, estas indicaciones se presentan transformadas en grados de unidad Celsius (°C) y en el sistema métrico, respectivamente.

Indicaciones de temperatura:

- 35 700 °F \cong aproximadamente 371 °C (indicaciones en [0012] y [0044])
- 650 °F \cong aproximadamente 343 °C (indicaciones en [0057] y [0061])
- 40 600 °F \cong aproximadamente 316 °C (indicaciones en [0042] y en la tabla 1)
- 500 °F \cong aproximadamente 260 °C (indicaciones en [0044])
- 400 °F \cong aproximadamente 204 °C (indicaciones en [0044])
- 45 210 °F \cong aproximadamente 99 °C (indicaciones en [0043])
- 200 °F \cong aproximadamente 93 °C (indicaciones en [0044])
- 170 °F \cong aproximadamente 77 °C (indicaciones en [0059])
- 50 150 °F \cong aproximadamente 66 °C (indicaciones en [0042] y en la tabla 1)
- 100 °F \cong aproximadamente 38 °C (indicaciones en [0043] y [0044])

55 Indicaciones de dimensiones:

- 4 a 12 pulgadas \cong aproximadamente 10,1 a 30,5 cm (indicación en [0047])
- 6 a 10 pulgadas \cong aproximadamente 15,2 a 25,4 cm (indicación en [0047])
- 60 20 a 200 pulgadas \cong aproximadamente 50,8 a 508 cm (indicación en [0048])
- 30 pulgadas/min \cong aproximadamente 76,2 cm/min (en [0048] y [0059])
- 65 1115 pulgadas cuadradas \cong aproximadamente 0,7194 m² (indicación en [0052] y en la tabla 2)

12 pulgadas por 12 pulgadas \cong aproximadamente 3,1 m por 3,1 m (indicación en [0063] y [0064])

Los aspectos de las realizaciones de la presente descripción se refieren a procedimientos de fabricación de un óxido metálico conductor transparente de bajo ohmio (por ejemplo, óxido de indio y estaño), tal como un óxido de indio y estaño altamente dúctil, transparente y conductor. Como se usa en este documento, el término "bajo ohmio" se refiere a una resistencia de lámina de menos de $0,5 \Omega$ /(ohmios por cuadrado), pero la presente descripción no se limita a esto. En algunas realizaciones, el óxido de indio y estaño de bajo ohmio tiene una resistencia de lámina de menos de $0,4 \Omega$ /cuadrado (por ejemplo, una resistencia de lámina de $0,3$ a $0,4 \Omega$ /cuadrado). Las realizaciones del óxido metálico conductor transparente (por ejemplo, óxido de indio y estaño) descritas en este documento son adecuadas para su uso como un recubrimiento antiestático, una capa calentadora (por ejemplo, para descongelar y/o deshielo), y/o una capa de blindaje de interferencia electromagnética (EMI), y las realizaciones del óxido de indio y estaño se pueden usar en una pantalla plana (por ejemplo, una pantalla LCD), una ventana electrocrómica, una célula solar, un vehículo terrestre (por ejemplo, un coche), un vehículo flotante (por ejemplo, una aeronave), un barco, un edificio, o cualquier otro vehículo o estructura, pero la presente descripción no se limita a esto.

Según una realización de la presente descripción, un procedimiento para fabricar óxido de indio y estaño incluye pulverizar indio y estaño desde un objetivo hasta un sustrato. Por ejemplo, la pulverización puede incluir la pulverización de indio y estaño desde el objetivo (por ejemplo, un objetivo metálico) sobre el sustrato o la pulverización de indio, estaño y oxígeno desde el objetivo (por ejemplo, un objetivo cerámico) sobre el sustrato. La pulverización puede llevarse a cabo en una atmósfera que incluye un gas inerte y oxígeno. La pulverización incluye mover el objetivo y/o el sustrato entre sí. Por ejemplo, la pulverización puede incluir mover el objetivo a lo largo de una trayectoria sobre el sustrato, y/o mover el sustrato a lo largo de una trayectoria debajo del objetivo. Por lo tanto, como se usa en este documento, cuando se usa con respecto al objetivo y al sustrato, los términos "mover", "que se mueve" y "movido" se refieren al movimiento relativo del objetivo y el sustrato entre sí. En algunas realizaciones, el óxido de indio y estaño resultante tiene una resistencia de lámina de menos de $0,5 \Omega/\square$, una resistencia de lámina de menos de $0,4 \Omega/\square$, o una resistencia de lámina de $0,3$ a $0,4 \Omega/\square$.

Por ejemplo, las figuras 1-4 son vistas en sección transversal de un sustrato y un objetivo de pulverización que ilustran una realización de ejemplo de un procedimiento para fabricar óxido de indio y estaño. En la realización mostrada en la figura 1, un objetivo rectangular 2 se mueve en relación con un sustrato 10 a lo largo de una trayectoria sobre el sustrato indicado por una flecha 32 (por ejemplo, una primera dirección a lo largo de la trayectoria). El objetivo no se limita a una forma rectangular, sino que, por el contrario, puede tener cualquier forma adecuada (por ejemplo, un cilindro). La forma del objetivo se puede cambiar según una forma (o contorno) del sustrato. Por ejemplo, el objetivo puede tener una forma de "U", una forma de "J" o una forma de "V", pero la presente descripción no se limita a esto. El objetivo puede estar hecho de cualquier material adecuado, tal como un material cerámico de indio, estaño y oxígeno (por ejemplo, In_2O_3 y Sn_2O_4), o una aleación de indio y estaño, pero la presente descripción no se limita a esto. El objetivo 2 pulveriza indio (In) y estaño (Sn) sobre el sustrato 10 a medida que el objetivo se mueve a lo largo de la trayectoria indicada por la flecha 32 (por ejemplo, la primera dirección a lo largo de la trayectoria). En las figuras 1-4, el movimiento del objetivo 2 se muestra en relación con el sustrato 10. Por lo tanto, el movimiento del objetivo 2 mostrado en las figuras 1-4 se puede lograr moviendo el objetivo y manteniendo el sustrato estacionario, moviendo el sustrato y manteniendo el objetivo estacionario, o moviendo tanto el objetivo como el sustrato conjuntamente (o simultáneamente), por ejemplo, moviendo el sustrato y el objetivo en diferentes direcciones o moviendo el sustrato y el objetivo en la misma dirección (o sustancialmente la misma) a diferentes tasas. De hecho, a lo largo de la presente descripción, el movimiento del objetivo se describe en relación con el sustrato, y cualquier movimiento del objetivo descrito en este documento se puede realizar moviendo el objetivo y/o el sustrato como se describió anteriormente. El objetivo y el sustrato pueden moverse en la misma dirección o en direcciones opuestas entre sí, y el objetivo y el sustrato pueden moverse a la misma o diferentes velocidades (o tasas). En algunas realizaciones, el objetivo se mueve en relación con el objetivo en sustancialmente un plano único (o exclusivo) (por ejemplo, el objetivo se mueve linealmente en relación con el sustrato). Por ejemplo, en algunas realizaciones, el objetivo se mueve de manera sustancialmente horizontal en relación con un sustrato plano o curvo. En otras realizaciones, el sustrato está curvado y el movimiento del objetivo corresponde a una curvatura del sustrato.

El objetivo puede ser de cualquier tamaño o forma adecuados, y el tamaño o la forma del objetivo puede seleccionarse según el tamaño o la forma (o el contorno) del sustrato a recubrir (por ejemplo, una longitud del objetivo puede corresponder o ser igual a una longitud o anchura del sustrato). En algunas realizaciones, el objetivo puede ser sustancialmente más pequeño que el sustrato (por ejemplo, una longitud del objetivo puede ser la mitad o menos de una longitud del sustrato), y el objetivo puede moverse en dos dimensiones (por ejemplo, el objetivo puede moverse en dos dimensiones en un mismo plano) para recubrir completamente (o sustancialmente completamente) una superficie completa (o sustancialmente completa) del sustrato. Por ejemplo, cuando una longitud del objetivo es sustancialmente más pequeña que una longitud o ancho del sustrato, el objetivo puede recubrir el sustrato por pulverización mientras se mueve a lo largo de una longitud o anchura del sustrato, luego, el objetivo puede moverse a lo largo del otro de la longitud o el ancho mientras pulveriza, y luego el objetivo puede moverse a lo largo de la longitud o el ancho nuevamente para recubrir toda la superficie del sustrato. El ángulo del objetivo en relación con el sustrato también se puede controlar (o cambiar) para proporcionar óxido de indio y estaño con un gradiente (por ejemplo, un gradiente de espesor, resistencia de lámina y/o transmisión de luz). Por ejemplo, el objetivo puede tener un ángulo perpendicular o no perpendicular en relación con una superficie del sustrato, y el ángulo del objetivo en

relación con el sustrato puede cambiarse durante la pulverización.

5 Durante la pulverización, el objetivo puede moverse desde un extremo de la trayectoria 22 a otro extremo de la trayectoria 24. Por ejemplo, en la figura 1, el objetivo 2 está en el extremo de la trayectoria 22 (por ejemplo, el objetivo 2 está sobre un extremo del sustrato 10). A medida que el objetivo se mueve desde el extremo de la trayectoria 22 al otro extremo de la trayectoria 24, se forma una primera capa de óxido de indio y estaño 12 (por ejemplo, una primera capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil), como se muestra en la figura 2. En la figura. 2, el objetivo 2 está sobre otro extremo del sustrato 10 (por ejemplo, el otro extremo de la trayectoria 24 está sobre el otro extremo del sustrato). En algunas realizaciones, cuando el objetivo 2 está en o alrededor del otro extremo de la trayectoria 24, la fuente de alimentación al objetivo se apaga, y el objetivo deja de pulverizar. En otras realizaciones, la energía aún se suministra al objetivo cuando el objetivo está en o alrededor del otro extremo de la trayectoria 24, y el objetivo continúa pulverizando.

15 A continuación, el objetivo puede moverse a lo largo de la trayectoria de regreso al extremo de la trayectoria 22 como lo indica la flecha 34 (por ejemplo, una segunda dirección a lo largo de la trayectoria). En algunas realizaciones, a medida que el objetivo se mueve a lo largo de la segunda dirección a lo largo de la trayectoria, la energía hacia el objetivo se apaga y el objetivo se mueve sin pulverizar. Por ejemplo, el objetivo puede moverse desde el extremo de la trayectoria 22 al otro extremo de la trayectoria 24 mientras realiza la pulverización para completar un pase, y luego, moverse desde el otro extremo de la trayectoria 24 al extremo de la trayectoria 22 sin pulverizar. El objetivo se puede restablecer para aumentar la tasa de pulverización del objetivo. Por ejemplo, un objetivo cerámico no conductor puede formar (o acumular) carga en la superficie del objetivo, lo que disminuye la tasa de pulverización. Restablecer el objetivo (por ejemplo, moviendo el objetivo relativamente sin pulverización) puede reducir la acumulación de carga en el objetivo y aumentar la tasa de pulverización del objetivo, y/o puede prolongar la vida útil del objetivo al reducir la acumulación de calor en el objetivo. Como alternativa, a medida que el objetivo se mueve a lo largo de la segunda dirección a lo largo de la trayectoria, se puede suministrar energía al objetivo y el objetivo puede moverse mientras realiza la pulverización. Al moverse (por ejemplo, al moverse relativamente) desde el extremo de la trayectoria 22 al otro extremo de la trayectoria 24 mientras pulveriza y luego moviéndose desde el otro extremo de la trayectoria 24 de regreso al extremo de la trayectoria 22 mientras pulveriza, el objetivo puede completar un ciclo (o bucle). Como se muestra en la figura 3, al mover el objetivo desde el otro extremo de la trayectoria 24 al extremo de la trayectoria 22 mientras pulveriza, como lo indica la flecha 36, también forma una segunda capa de óxido de indio y estaño 14 (por ejemplo, una segunda capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil) sobre la primera capa de óxido de indio y estaño 12. La pulverización puede realizarse para cualquier número adecuado de ciclos o bucles. En algunas realizaciones, la pulverización incluye mover el objetivo para completar una pluralidad de ciclos o pases (por ejemplo, 2 o más ciclos o pases, de 2 a 100 ciclos o pases, de 2 a 60 ciclos o pases, de 2 a 35 ciclos o pases, de 2 a 20 ciclos o pases, de 10 a 40 ciclos o pases, de 15 a 35 ciclos o pases, o de 20 a 28 ciclos o pases), pero la presente descripción no se limita a esto. El número de ciclos o pases se puede variar según la velocidad y la densidad de energía del objetivo y la resistencia deseada de la lámina del óxido de indio y estaño. Por ejemplo, el número de ciclos o pases puede disminuirse disminuyendo la velocidad y/o aumentando la densidad de energía del objetivo, y viceversa. El número de ciclos o pases también se puede reducir al disminuir la resistencia de lámina deseada del óxido de indio y estaño. Mover el objetivo para completar una pluralidad de ciclos o pases mientras pulveriza forma una pluralidad de capas de óxido de indio y estaño. Por ejemplo, como se puede ver en la figura 4, mover de nuevo el objetivo desde el extremo de la trayectoria 22 al otro extremo de la trayectoria 24 (por ejemplo, mover el objetivo en la primera dirección a lo largo de la trayectoria) forma una tercera capa de óxido de indio y estaño 16 (por ejemplo, una tercera capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil) sobre la segunda capa de óxido de indio y estaño 14. Según las realizaciones de la presente descripción, la primera capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil, la segunda capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil y la tercera capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil se forman utilizando el mismo objetivo. El objetivo se puede mover luego a lo largo de la trayectoria como lo indica la flecha 38 (por ejemplo, en la segunda dirección a lo largo de la trayectoria) de regreso al extremo de la trayectoria 22 nuevamente mientras realiza o no la pulverización. En algunas realizaciones, cuando el objetivo se mueve a lo largo de la segunda dirección a lo largo de la trayectoria sin pulverizar, y el objetivo tiene solo un pase anterior completado, mover de nuevo el objetivo desde el extremo de la trayectoria 22 al otro extremo de la trayectoria 24 (por ejemplo, mover el objetivo en la primera dirección a lo largo de la trayectoria) forma una segunda capa de óxido de indio y estaño (por ejemplo, una segunda capa de óxido de indio y estaño pulverizada con un objetivo móvil) sobre la segunda capa de óxido de indio y estaño 14.

55 Según las realizaciones de ejemplo de la presente descripción, a medida que el objetivo (o plasma de ITO) se aleja de una porción del óxido de indio y estaño resultante, la porción de óxido de indio y estaño se recuece (por ejemplo, se recuece a una temperatura de pulverización). La porción del óxido de indio y estaño puede recocerse durante cualquier período de tiempo adecuado. Por ejemplo, el óxido de indio y estaño puede recocer durante un período de tiempo de 1 minuto o más (por ejemplo, en un intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 120 minutos, de aproximadamente 1 a aproximadamente 20 minutos, de 2 minutos o más, o de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 minutos), a medida que el objetivo (o plasma de ITO) se aleja de la porción del óxido de indio y estaño, pero la presente descripción no se limita a esto. Como tal, según las realizaciones de la presente descripción, la pulverización y el recocido de óxido de indio y estaño se realizan conjuntamente (o simultáneamente). Por ejemplo, a medida que el objetivo (o plasma de ITO) se aleja de una porción de una capa de óxido de indio y estaño, la porción de la capa de óxido de indio y estaño de la cual el objetivo se aleja puede recocer, y los granos de la porción de la

capa de óxido de indio y estaño puede alinearse para mejorar la conectividad en la capa y aumentar así la conductividad de la capa. En algunas realizaciones, durante el recocido, la posición del oxígeno en la capa de óxido de indio y estaño puede cambiar o desplazarse, creando así una vacante de oxígeno en la capa de óxido de indio y estaño, que mejora la conductividad de la capa de óxido de indio y estaño. Si bien no se pretende que esté limitado por la teoría, en algunas realizaciones, la posición del oxígeno en una capa de óxido de indio y estaño afecta a la resistencia de lámina de la capa de óxido de indio y estaño. La pulverización continua desde un objetivo estacionario (por ejemplo, un objetivo que es estacionario en relación con el sustrato), por otro lado, no permite que el óxido de indio y estaño se recueza durante un tiempo entre la formación de capas de óxido de indio y estaño, debido a que el óxido de indio y estaño se forma por una constante (o continua) corriente de indio, estaño y oxígeno, evitando así que el óxido de indio y estaño se recueza durante la pulverización. En algunas realizaciones, la capa de óxido de indio y estaño se recuece cuando el objetivo se mueve en relación con el sustrato sin pulverización.

Como se muestra en la figura 4, la pulverización y el recocido de las capas de óxido de indio y estaño forman una película de óxido de indio y estaño 20. El óxido de indio y estaño puede tener cualquier espesor adecuado. El óxido de indio y estaño (por ejemplo, la película de óxido de indio y estaño) puede tener un espesor en un intervalo de 10 nm a 4 μm, tal como de 10 nm a 100 nm, de 100 nm a 500 nm, de 500 nm a 1 μm, o de 1 μm a 4 μm, dependiendo de la resistencia de lámina deseada del óxido de indio y estaño, pero la presente descripción no se limita a esto. Las resistencias de lámina del óxido de indio y estaño pueden depender, por ejemplo, del espesor del óxido de indio y estaño, la temperatura a la que se deposita el óxido de indio y estaño, la relación de gas inerte a oxígeno que fluye sobre el sustrato durante la pulverización, y la densidad de energía aplicada al objetivo durante la pulverización. Por ejemplo, las resistencias de lámina del óxido de indio y estaño depositado sobre un sustrato de vidrio a una temperatura de 600 °F, y la resistencia de lámina del óxido de indio y estaño depositado sobre un sustrato polimérico a una temperatura de 150 °F se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

Espesor del óxido de indio y estaño	Resistencia de lámina (Ω/\square) del óxido de indio y estaño depositado sobre un sustrato de vidrio a 600 °F	Resistencia de lámina (Ω/\square) del óxido de indio y estaño depositado sobre un sustrato polimérico a 150 °F
< 40 nm	500 a 2000	
500 nm	4 a 7	15 a 20
1000 nm	2 a 3	7 a 10
1500 nm	1 a 2	5 a 7
> 3000 nm	< 0,5	

Al incluir dos o más capas de óxido de indio y estaño, el óxido de indio y estaño (por ejemplo, una película de óxido de indio y estaño) fabricado según las realizaciones de ejemplo de la presente invención puede tener una menor resistencia de lámina y ser más flexible (o dúctil) que el óxido de indio y estaño que incluye una sola capa y/u óxido de indio y estaño fabricado por pulverización utilizando un objetivo estacionario (por ejemplo, un objetivo que está estacionario en relación con el sustrato). Una capa única (o exclusiva) de óxido de indio y estaño formada por pulverización usando un objetivo estacionario es más rígida y puede agrietarse más fácilmente cuando se distorsiona que el óxido de indio y estaño fabricado según las realizaciones de la presente descripción. Los solicitantes han descubierto sorprendentemente que el óxido de indio y estaño, que incluye una pluralidad de capas fabricadas mediante pulverización utilizando un objetivo móvil según las realizaciones de la presente descripción, es más flexible (o dúctil) y puede tolerar (o mantener) alguna deformación sin que la película se agriete, y es más conductor que el óxido de indio y estaño formado por pulverización de un objetivo estacionario. Por ejemplo, según las realizaciones de la presente descripción, el alargamiento a la tracción del óxido de indio y estaño puede ser del 1,8 %. En consecuencia, el óxido de indio y estaño según las realizaciones de la presente descripción es muy adecuado para sustratos que pueden doblarse, tales como sustratos poliméricos (por ejemplo, plásticos). Por otro lado, cuando el óxido de indio y estaño se forma por pulverización continua desde un objetivo que es estacionario en relación con el sustrato, la temperatura del sustrato puede aumentar significativamente como resultado del calentamiento del plasma de pulverización, lo que puede inducir la contracción de la capa base en un sustrato polimérico (por ejemplo, plástico), causando que el óxido de estaño indio se agriete. Por ejemplo, cuando el óxido de indio y estaño se forma por pulverización continua desde un objetivo que está estacionario en relación con el sustrato, la temperatura puede aumentar de 100 °F a 210 °F como resultado del calentamiento del plasma de pulverización.

La pulverización que se describe en este documento se puede realizar utilizando cualquier sistema adecuado de pulverización (por ejemplo, un sistema de pulverización de magnetrón de CC) capaz de mover adecuadamente un objetivo mientras realiza la pulverización. Por ejemplo, el sistema de pulverización puede incluir una cámara de pulverización que puede ser pulverizada hasta un nivel de vacío de un intervalo de 10^{-5} a 10^{-6} torr, o menos, pero la presente descripción no se limita a esto. La pulverización puede realizarse a cualquier temperatura de sustrato adecuada, dependiendo de la composición del material del sustrato. Por ejemplo, una temperatura del sustrato puede

estar en un intervalo de temperatura ambiente a aproximadamente 700 °F, o aproximadamente de 100 a 700 °F (500 a 700 °F), pero la presente descripción no se limita a esto. Como se usa en este documento, el término "temperatura ambiente" se refiere a una temperatura en una cámara de deposición en condiciones ambientales, por ejemplo, una temperatura de aproximadamente 25 °C. Por ejemplo, la pulverización puede realizarse sin calentamiento adicional del sustrato o la cámara. El sustrato al que se aplica el óxido de indio y estaño puede calentarse (por ejemplo, calentarse a una temperatura en un intervalo de 100 a 700 °F). Por ejemplo, cuando el sustrato incluye un polímero (por ejemplo, plástico), tal como un sustrato de policarbonato o poliacrilato, la temperatura del sustrato puede estar en un intervalo de 100 a 200 °F. Cuando el sustrato incluye un vidrio, tal como el vidrio templado, la temperatura del sustrato puede estar en un intervalo de 400 a 700 °F.

La pulverización se puede realizar mientras fluyen conjuntamente (o simultáneamente) un gas inerte, tal como un gas argón (por ejemplo, un gas que incluye o consiste esencialmente en argón), con el gas oxígeno en la cámara y/o sobre el sustrato. En este contexto, "que consiste esencialmente en" significa que cualquier componente adicional en el gas inerte no afectará materialmente a la formación del óxido de indio y estaño. El gas inerte y el gas oxígeno pueden fluir a la cámara a cualquier caudal adecuado. Por ejemplo, un gas inerte (por ejemplo, argón) puede fluir a un caudal en un intervalo de 200 a 900 sccm (por ejemplo, de 100 a 600 sccm, o de 200 a 600 sccm) y el gas oxígeno puede fluir a un caudal en un intervalo de 5 a 600 sccm (por ejemplo, de 5 a 400 sccm, de 200 a 400 sccm, o de 10 a 600 sccm), pero la presente descripción no se limita a esto. En algunas realizaciones, cuando el objetivo es un objetivo cerámico (por ejemplo, un objetivo que incluye óxido de indio y estaño), el gas inerte puede fluir sobre el sustrato a un caudal de 200 a 500 sccm y el gas oxígeno puede fluir sobre el sustrato a un caudal de 5 a 40 sccm (por ejemplo, de 10 a 40 sccm). Los caudales del gas inerte y/o del gas oxígeno pueden ajustarse según la densidad de energía y/o la composición del objetivo. Cuando el objetivo es un objetivo metálico (por ejemplo, un objetivo que incluye indio y estaño), el gas argón puede fluir a un caudal de 250 a 600 sccm (por ejemplo, de 250 a 400 sccm) y el gas oxígeno puede fluir a un caudal de 100 a 400 sccm (por ejemplo, de 200 a 400 sccm). La conductividad y la transmisión de luz del óxido de indio y estaño pueden ajustarse variando el caudal de un gas oxígeno (por ejemplo, un gas que incluye o consiste esencialmente en oxígeno). Por ejemplo, si el caudal de oxígeno es mayor que el de los intervalos anteriores, el oxígeno en el óxido de indio y estaño puede estar sobredopado, lo que da como resultado que el óxido de indio y estaño tenga una transmisión de luz mejorada pero una conductividad eléctrica disminuida. Una concentración de oxígeno en el óxido de indio y estaño puede controlarse ajustando una cantidad (por ejemplo, el caudal) de oxígeno en la cámara de deposición durante la pulverización para proporcionar óxido de indio y estaño con buenas propiedades de conductividad eléctrica y transmisión de luz.

La pulverización puede realizarse aplicando cualquier densidad de energía adecuada al objetivo. Por ejemplo, la pulverización puede realizarse aplicando una densidad de energía en un intervalo de 0,5 a 10 kW (por ejemplo, 0,5 a 6 kW) al objetivo, dependiendo del tamaño del objetivo, pero la presente descripción no se limita a esto. Por ejemplo, a medida que aumenta el tamaño del objetivo, también se puede aumentar la densidad de energía aplicada al objetivo. Para objetivos relativamente más pequeños, se puede aplicar una densidad de energía más baja (por ejemplo, 0,5 kW) al objetivo, y para objetivos relativamente más grandes, se puede aplicar una densidad de energía más alta (por ejemplo, 10 kW) al objetivo. En algunas realizaciones, la densidad de energía aplicada al objetivo puede ajustarse durante la pulverización dependiendo de la complejidad del sustrato (por ejemplo, dependiendo de la presencia de una curvatura u otros contornos en una superficie del sustrato). El objetivo puede ser cualquier objetivo adecuado, tal como un objetivo cerámico que incluya (o consista en) un objetivo de indio, estaño y oxígeno, o una aleación de indio y estaño.

En algunas realizaciones, el objetivo es una distancia de 4 a 12 pulgadas (por ejemplo, 6 a 10 pulgadas) del sustrato durante la pulverización. La distancia del objetivo del sustrato puede cambiar durante la pulverización, y puede depender del contorno (o curvatura) de una superficie del sustrato. Por ejemplo, a medida que aumenta el espesor de la capa de óxido de indio y estaño, el objetivo puede moverse para mantener (o mantener sustancialmente) la distancia entre el sustrato y el objetivo, y/o el objetivo puede moverse para adaptarse a una curvatura del sustrato. El objetivo se puede mover de forma continua o discontinua mientras realiza la pulverización. Por ejemplo, la velocidad a la que se desplaza (o se mueve) el objetivo durante la pulverización puede ajustarse (por ejemplo, acelerarse o ralentizarse) para explicar una curvatura del sustrato y para proporcionar una capa de óxido de indio y estaño que tenga un espesor uniforme (o sustancialmente uniforme) y/o una resistencia de lámina uniforme (o sustancialmente uniforme). En algunas realizaciones, la velocidad a la que se desplaza el objetivo durante la pulverización puede controlarse (por ejemplo, acelerarse o ralentizarse) para proporcionar una capa de óxido de indio y estaño que tenga un espesor no uniforme y/o una resistencia de lámina no uniforme, y tenga una resistencia de lámina no uniforme o uniforme (o sustancialmente uniforme). Por ejemplo, la velocidad a la que se desplaza el objetivo en relación con el sustrato puede cambiarse para proporcionar una capa de óxido de indio y estaño que tenga una región que tiene una resistencia de lámina que es mayor (o menor) que la de otra región de la capa de óxido de indio y estaño.

En algunas realizaciones, la energía se aplica continuamente al objetivo mientras realiza la pulverización. Por ejemplo, un plasma (por ejemplo, un plasma de gas ionizado) se puede aplicar continuamente al objetivo mientras realiza la pulverización. El objetivo puede moverse en relación con el sustrato a cualquier tasa adecuada. En algunas realizaciones, el objetivo se mueve a una tasa de 20 a 200 pulgadas por minuto mientras pulveriza, pero la presente descripción no se limita a esto. Por ejemplo, el objetivo puede moverse a una tasa de 30 pulgadas por minuto mientras se pulveriza.

La pulverización puede realizarse durante cualquier cantidad de tiempo adecuada. Por ejemplo, la pulverización puede realizarse en una realización de ejemplo durante un período de tiempo de aproximadamente 1 minuto o más (por ejemplo, de aproximadamente 1 a aproximadamente 120 minutos, o de 2 minutos o más, de aproximadamente 2 a aproximadamente 120 minutos, o de aproximadamente 2 a aproximadamente 40 minutos), o en otra realización de ejemplo, de aproximadamente 10 a aproximadamente 40 minutos (por ejemplo, de aproximadamente 20 a aproximadamente 40 minutos), pero la presente descripción no se limita a esto. El período de tiempo de la pulverización puede ajustarse según el tamaño del sustrato, la densidad de energía del objetivo y la resistencia de lámina deseada del óxido de indio y estaño. El período de tiempo de pulverización se refiere a la cantidad de tiempo que el objetivo se activa y deposita un material (por ejemplo, indio, estaño y/u oxígeno) sobre el sustrato.

El óxido de indio y estaño según las realizaciones de la presente descripción (por ejemplo, la película de óxido de indio y estaño) puede incluirse en una transparencia, tal como una transparencia para un vehículo volador (por ejemplo, una aeronave), pero la presente descripción no se limita a esto. El vehículo volador puede ser cualquier aeronave adecuada, tal como una aeronave a reacción (pasajero comercial, de carga, privado o militar) o una aeronave de hélice (pasajero comercial, de carga, privado o militar), tal como una aeronave de tiltrotor, pero la presente descripción no se limita a esto.

Ahora se describirán las características y capas adicionales (por ejemplo, películas) de una transparencia según las realizaciones de la presente descripción. Dependiendo de la realización particular, estas características y/o capas adicionales pueden o no estar presentes en la transparencia. Por ejemplo, una transparencia 30 según una realización de ejemplo de la presente invención se muestra en la figura 5. La transparencia 30 incluye el sustrato 10 y la película de óxido de indio y estaño 20. La película de óxido de indio y estaño 20 puede servir como una capa antiestática (por ejemplo, una capa de drenaje de carga), una capa de blindaje EMI y/o una capa del calentador. La transparencia 30 incluye además conductores o pestañas 42 y 44 para conectar a tierra la película de óxido de indio y estaño 20. Por ejemplo, los conductores o pestañas pueden configurarse para conectar a tierra la película de óxido de indio y estaño 20 a un vehículo volador (por ejemplo, una aeronave), por ejemplo, cuando la transparencia se monta en un vehículo volador y la película de óxido de indio y estaño funciona como una capa antiestática (por ejemplo, una capa de drenaje de carga) y/o una capa de blindaje EMI. En algunas realizaciones, los conductores o pestañas 42 y 44 suministran una corriente eléctrica a la película de óxido de indio y estaño 20, por ejemplo, cuando la transparencia se incluye en un vehículo volador y la película de óxido de estaño e indio funciona como una capa del calentador. La película de óxido de indio y estaño 20 en una realización de ejemplo puede tener una resistencia de lámina en un intervalo de 0,3 a menos de 0,5 Ω/\square (por ejemplo, de 0,35 a 0,48 Ω/\square), de 1 a 5 Ω/\square , de 5 a 10 Ω/\square , o de 10 a 20 Ω/\square .

Las realizaciones del óxido de indio y estaño de la presente descripción se pueden usar para reemplazar otras películas conductoras transparentes, tales como las formadas mediante impresión litográfica de líneas de rejilla metálicas, impresión por inyección de tinta de líneas de rejilla conductoras, o utilizando una malla de alambre tejida, que puede ser más costosa de fabricar que el óxido de indio y estaño de la presente descripción. Por ejemplo, las realizaciones de ejemplo del óxido de indio y estaño de la presente descripción se pueden usar como una película del calentador en un panel de blindaje o transparencia para reemplazar una malla de alambre tejida o películas delgadas con diseño litográfico. Como se muestra a continuación, utilizando un nivel de energía de 1300 vatios y un voltaje de 28 voltios de corriente continua (por ejemplo, un voltaje de aeronave típico), una película (o capa) del calentador que tiene una resistencia de lámina inferior a 0,6 Ω/\square se espera que sea capaz de calentar adecuadamente cualquier transparencia adecuada que tenga un área de 1115 pulgadas cuadradas. La tabla 2 a continuación incluye el voltaje calculado (v) para calentar adecuadamente una transparencia que tiene un área de película del calentador de 1115 pulgadas cuadradas en diversas resistencias de lámina de película del calentador (R) y un consumo de energía de 1300 vatios.

Tabla 2

R (Ω/\square)	Voltaje (V)	Área del calentador (pulgadas cuadradas)	Consumo de energía (vatios)
37,23	220	1115	1300
11,07	120	1115	1300
0,6	28	1115	1300

Una capa de blindaje EMI que incluye óxido de indio y estaño según una realización de ejemplo de la presente descripción puede proporcionar un blindaje EMI del 99,99 % o más a una frecuencia de 10 GHz, pero la presente descripción no se limita a esto. Por ejemplo, una película de óxido de indio y estaño que tiene un espesor de aproximadamente 3,9 μm y una baja resistencia de lámina de menos de 0,5 Ω/\square puede lograr una efectividad de blindaje (SE) de aproximadamente 40 dB. Dicha película se puede preparar usando (utilizando) un objetivo de aleación metálica que incluye un 90 a 95 % en peso de indio y un 5 a 10 % en peso de estaño (90 % en peso de indio y 10 % en peso de estaño, o 93 % en peso de indio y 7 % en peso de estaño). La efectividad de blindaje EMI de una capa de blindaje EMI se puede calcular según la siguiente ecuación en la que R es la resistencia de lámina y f es la frecuencia

de la EMI. Efectividad de blindaje (SE) = $20 \log [(7 \cdot 10^{11})(f \cdot R)]$

La tabla 2 a continuación ilustra la correlación entre la resistencia de lámina (R), la frecuencia EMI (f), la efectividad del blindaje (SE) y el porcentaje de efectividad de blindaje para una capa de blindaje EMI de una transparencia.

5

Tabla 2.

R (Ω/\square)	GHz	SE (dB)	SE (%)
10	10	17	97
1	10	37	99,9
0,5	10	43	99,99

10 La transparencia puede incluir capas adicionales, tales como cualquier capa de adhesivo o de unión adecuada, cualquier capa base adecuada y/o cualquier capa de acabado adecuada. La capa de acabado puede estar en cualquiera de las otras capas de la transparencia (por ejemplo, el sustrato y/o la película de óxido de indio y estaño). La capa de adhesivo o de unión y/o la capa base pueden estar sobre o entre cualquier otra capa de la transparencia (por ejemplo, el sustrato, la película de óxido de indio y estaño, la capa de acabado, la capa de adhesivo o de unión y/o la capa base).

15 Las realizaciones de ejemplo de la presente descripción se describirán ahora con respecto a los siguientes ejemplos. La presente descripción, sin embargo, no se limita a esto.

20 EJEMPLO 1

El óxido de indio y estaño se preparó utilizando un aparato de pulverización de magnetrón de corriente continua (CC). La pulverización se realizó utilizando un objetivo de aleación de indio y estaño (aproximadamente un 93 % en peso de indio y un 7 % en peso de estaño, basado en el peso total del objetivo) alimentado por una fuente de alimentación de magnetrón de CC pulsado (disponible en Advanced Energy) a una energía de salida (densidad de energía) de aproximadamente 4,5 kW. Durante la pulverización, se hizo fluir gas argón sobre el sustrato a un caudal de gas argón de aproximadamente 500 sccm y se hizo fluir gas oxígeno sobre el sustrato a un caudal de gas oxígeno de aproximadamente 350 sccm. La temperatura del sustrato durante la pulverización fue de aproximadamente 650 °F. Durante la pulverización, el objetivo se movió a una tasa de aproximadamente 30 pulgadas por minuto durante un total de 24 ciclos (o bucles) para formar óxido de indio y estaño sobre un sustrato de vidrio.

30 Una fotografía de microscopio electrónico de barrido (SEM) del óxido de indio y estaño 20 preparado en el ejemplo 1 se muestra en la figura 6. Usando el SEM, se midió que el espesor del óxido de indio y estaño 20 preparado en el ejemplo 1 era de 3,91 μm . Como se puede ver en la figura 6, el óxido de indio y estaño 20 preparado en el ejemplo 1 incluía una pluralidad de capas de óxido de indio y estaño que incluían 24 capas (es decir, una capa correspondiente a cada ciclo).

40 EJEMPLO 2

El óxido de indio y estaño se preparó utilizando el aparato de pulverización de magnetrón de CC. La pulverización se realizó utilizando un objetivo cerámico que incluye aproximadamente un 93 % en peso de In_2O_3 y un 7 % en peso de Sn_2O_4 , basado en el peso total del objetivo, alimentado por la fuente de alimentación de CC de magnetrón a una energía de salida (densidad de energía) de aproximadamente 5,5 kW. Durante la pulverización, se hizo fluir gas argón sobre el sustrato a un caudal de gas argón de aproximadamente 600 sccm y se hizo fluir gas oxígeno sobre el sustrato a un caudal de gas oxígeno de aproximadamente 20 sccm. La temperatura del sustrato durante la pulverización fue de aproximadamente 170 °F. Durante la pulverización, el objetivo se movió a una tasa de aproximadamente 30 pulgadas por minuto durante un total de 16 ciclos (o bucles) para formar óxido de indio y estaño sobre un sustrato de policarbonato que incluye una capa base de acrílico y polisiloxano. La capa por capa descrita anteriormente del procedimiento de deposición de la capa de óxido de indio y estaño proporcionó una capa de óxido de indio y estaño más dúctil y de baja resistencia sobre un sustrato plástico.

50 Una fotografía de microscopio electrónico de barrido (SEM) que muestra una vista en sección transversal del óxido de indio y estaño 20 preparado en el ejemplo 2 se muestra en la figura 7. Usando el SEM, se midió que el espesor del óxido de indio y estaño 20 preparado en el ejemplo 2 era de 1,4 μm . Como se puede ver en la figura 7, el óxido de indio y estaño 20 preparado en el ejemplo 2 incluía una pluralidad de capas de óxido de indio y estaño que incluían 16 capas (es decir, una capa correspondiente a cada ciclo).

55 EJEMPLO COMPARATIVO 1

El óxido de indio y estaño se preparó utilizando el aparato de pulverización de magnetrón de CC pulsado. La

5 pulverización se realizó utilizando un objetivo de aleación de indio y estaño (aproximadamente un 93 % en peso de indio y un 7 % en peso, basado en el peso total del objetivo) alimentado por una fuente de alimentación de magnetrón de CC a una energía de salida (densidad de energía) de aproximadamente 4,5 kW. Durante la pulverización, se hizo fluir gas argón sobre el sustrato a un caudal de gas argón de aproximadamente 500 sccm y se hizo fluir gas oxígeno sobre el sustrato a un caudal de gas oxígeno de aproximadamente 350 sccm. La temperatura del sustrato durante la pulverización fue de aproximadamente 650 °F. El objetivo se mantuvo estacionario mientras se pulveriza durante unos 30 minutos para formar óxido de indio y estaño en un sustrato de vidrio.

10 Una fotografía del microscopio electrónico de barrido (SEM) que muestra una vista en sección transversal del óxido de indio y estaño preparado en el ejemplo comparativo 1 se muestra en la figura 8. Usando el SEM, se midió que el espesor del óxido de indio y estaño preparado en el ejemplo comparativo 1 era de 3,99 μm . Como se puede ver en la figura 8, el óxido de indio y estaño preparado en el ejemplo comparativo 1 incluía solo una capa única de óxido de indio y estaño que tenía una estructura columnar.

15 **Pruebas de transmitancia luminosa**

Los muestras de 12 pulgadas por 12 pulgadas preparadas según los ejemplos 1 y 2 y el ejemplo comparativo 1, respectivamente, se probaron cada una según la norma ASTM D1003 utilizando un instrumento Haze-Gard Plus. La transmitancia de luz luminosa o visible indica la cantidad de luz visible transmitida a través de la muestra. Las muestras según los ejemplos 1 y 2 mostraron una transmitancia de luz visible del 66,5 % y aproximadamente el 75 %, respectivamente, mientras que la muestra según el ejemplo comparativo 1 mostró una transmitancia de luz visible del 66,8 %.

25 **Prueba de resistencia de la lámina**

Las muestras de 12 pulgadas por 12 pulgadas preparadas según los ejemplos 1 y 2 y el ejemplo comparativo 1, respectivamente, se probaron cada una utilizando un medidor de resistividad de superficie de sondas de cuatro puntos de Guardian Manufacturing Inc. Las resistencias de lámina de las películas de óxido de indio y estaño de los ejemplos 1 y 2 se midieron como 0,39 Ω/\square y 10 Ω/\square , respectivamente. La resistencia de lámina de la película de óxido de indio y estaño del ejemplo comparativo 1 se midió como 0,5 Ω/\square

Si bien la materia descrita en este documento se ha descrito en relación con determinadas realizaciones, debe entenderse que la presente descripción no se limita a las realizaciones descritas, sino que, por el contrario, pretende abarcar diversas modificaciones y disposiciones equivalentes y equivalentes de las mismas. A lo largo del texto y las reivindicaciones, el uso de la palabra "aproximadamente" refleja la penumbra de la variación asociada con la medición, las cifras significativas y la intercambiabilidad, todo tal como lo entiende una persona con experiencia en la materia a la que se refiere esta descripción. Además, a lo largo de esta descripción y las reivindicaciones adjuntas, se entiende que incluso esos intervalos que pueden no usar el término "aproximadamente" para describir los valores altos y bajos también están implícitamente modificados por ese término, a menos que se especifique lo contrario. En las reivindicaciones, las cláusulas de medios más funciones están destinadas a incluir las estructuras descritas en este documento que realizan la función citada y no solo los equivalentes estructurales, sino también las estructuras equivalentes. Por lo tanto, aunque un clavo y un tornillo pueden no ser equivalentes estructurales, ya que un clavo emplea una superficie cilíndrica para asegurar las piezas de madera, mientras que un tornillo emplea una superficie helicoidal, en el entorno de la sujeción de piezas de madera, un clavo y un tornillo pueden ser estructuras equivalentes.

45 Es la intención expresa del solicitante no evocar el 35 USC §112, párrafo 6 por cualquier limitación de cualquiera de las reivindicaciones de este documento, excepto aquellas en las que la reivindicación utiliza expresamente las palabras "medio para" junto con una función asociada.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de fabricación de óxido de indio y estaño (20), comprendiendo el procedimiento:
- 5 pulverizar el indio y el estaño desde un objetivo (2) sobre un sustrato (10) para formar el óxido de indio y estaño (20) sobre el sustrato (10), comprendiendo la pulverización, mientras se pulveriza, mover el objetivo (2) en relación con el sustrato (10) a lo largo de una trayectoria (32, 34, 36, 38) sobre el sustrato (20),
- 10 en el que el movimiento del objetivo (2) en relación con el sustrato (10) comprende mover el objetivo (2) desde un extremo (22) de la trayectoria (32) a otro extremo (24) de la trayectoria (32), y
- en el que el extremo (22) de la trayectoria (32) está sobre un extremo del sustrato (10) y el otro extremo (24) de la trayectoria (32) está sobre otro extremo del sustrato (10).
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que una resistencia de lámina del óxido de indio y estaño (20) es menor que 0,5 Ω/cuadrado.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el óxido de indio y estaño es una película de óxido de indio y estaño (20) que tiene un espesor en un intervalo de 10 nm a 4 µm.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que mover el objetivo (2) desde el extremo (22) de la trayectoria (32) al otro extremo (24) de la trayectoria (32) forma una primera capa (12) de óxido de indio y estaño.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además mover el objetivo (2) desde el otro extremo (24) de la trayectoria (34) al extremo (22) de la trayectoria (34) para completar un ciclo.
- 25 6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que mover el objetivo (2) desde el otro extremo (24) de la trayectoria (34) al extremo (22) de la trayectoria (34) forma una segunda capa (14) de óxido de indio y estaño (20) sobre la primera capa (12) de óxido de indio y estaño (20).
- 30 7. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el movimiento del objetivo (2) comprende completar una pluralidad de ciclos (32, 34, 36, 38), en particular completar 2 o más ciclos (32, 34, 36, 38).
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la pulverización se realiza a una temperatura en un intervalo de temperatura ambiente a 700 °F (371 °C).
- 35 9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la pulverización se realiza durante un período de tiempo en un intervalo de aproximadamente 1 minuto o más.
- 40 10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la pulverización se realiza mientras fluye un gas inerte sobre el sustrato (10) a un caudal de gas inerte en un intervalo de aproximadamente 100 a aproximadamente 600 sccm, y mientras fluye un gas oxígeno sobre el sustrato (10) a un caudal de oxígeno en un intervalo de aproximadamente 5 a 400 sccm.
- 45 11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que una porción del óxido de indio y estaño (20) se recuece a medida que el objetivo (2) se aleja de la porción del óxido de indio y estaño (20).
- 50 12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que mover el objetivo (2) en relación con el sustrato (10) comprende mover el objetivo (2) y/o el sustrato (10).

FIG. 1

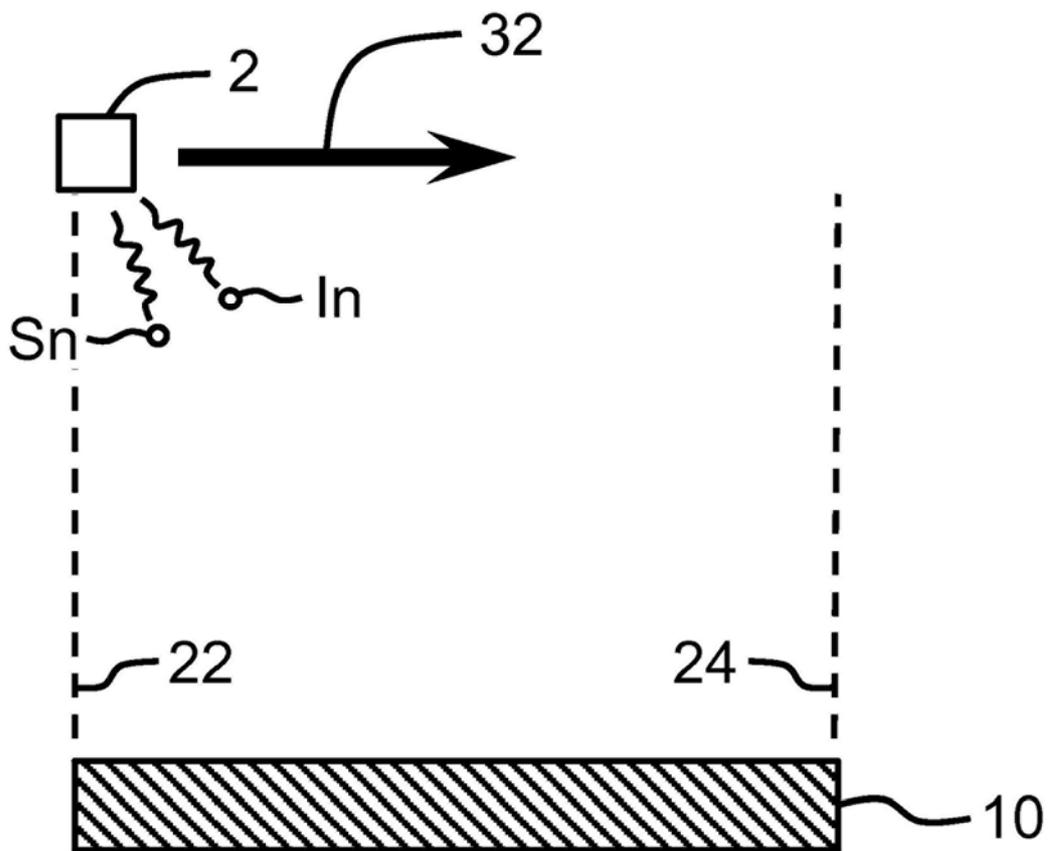


FIG. 2

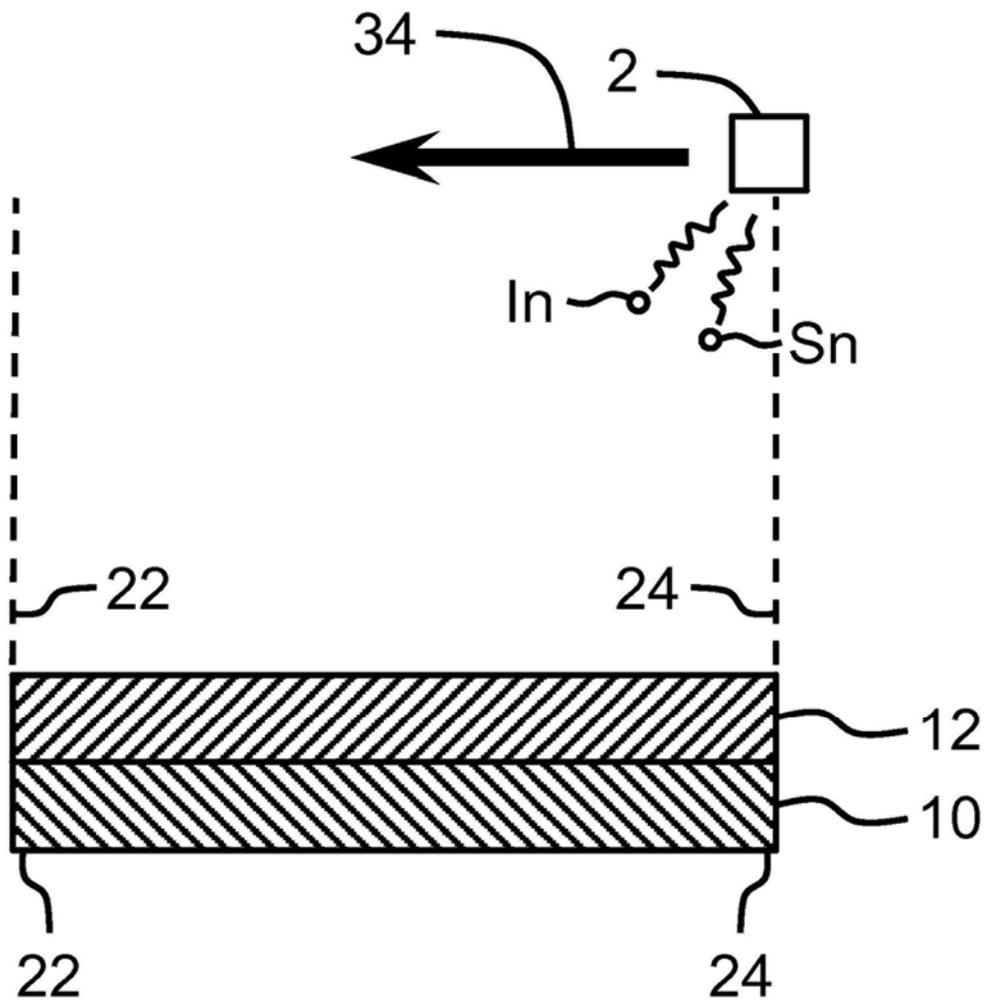


FIG. 3

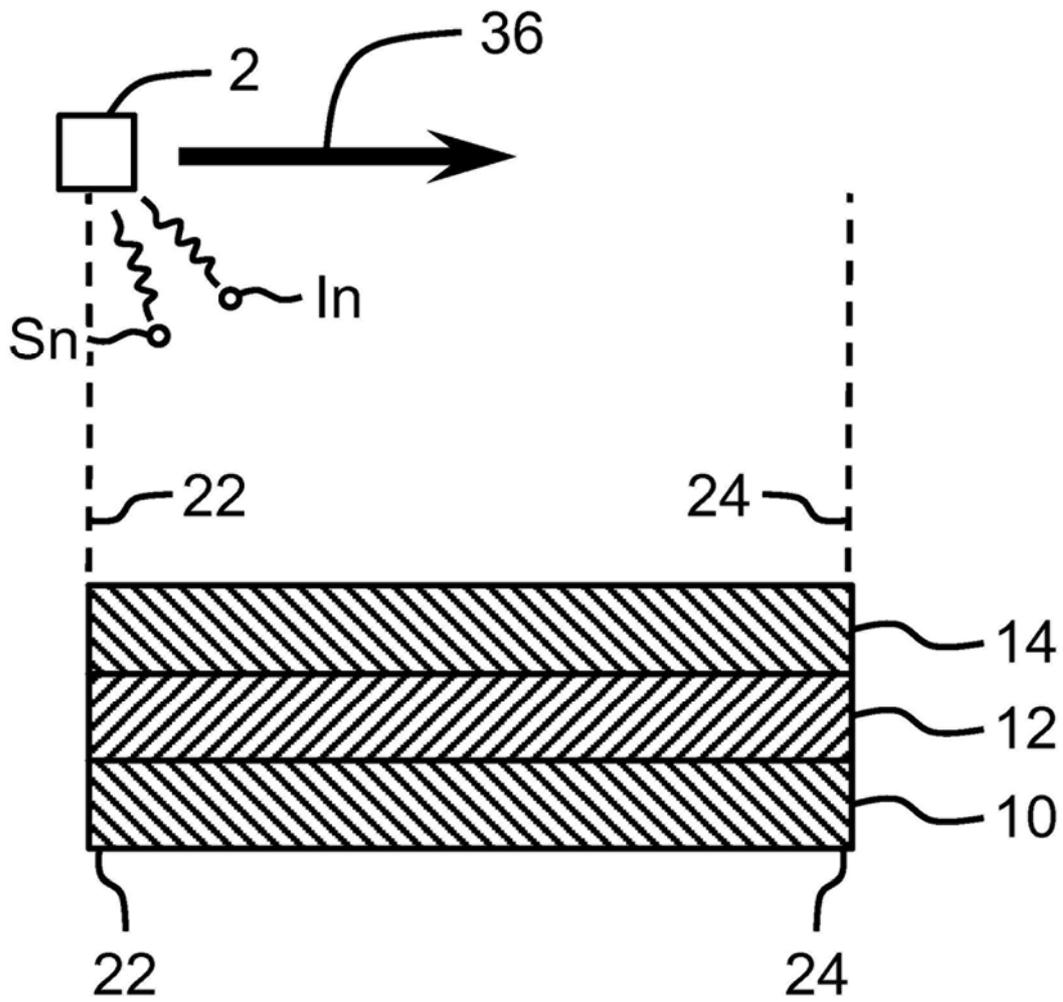


FIG. 4

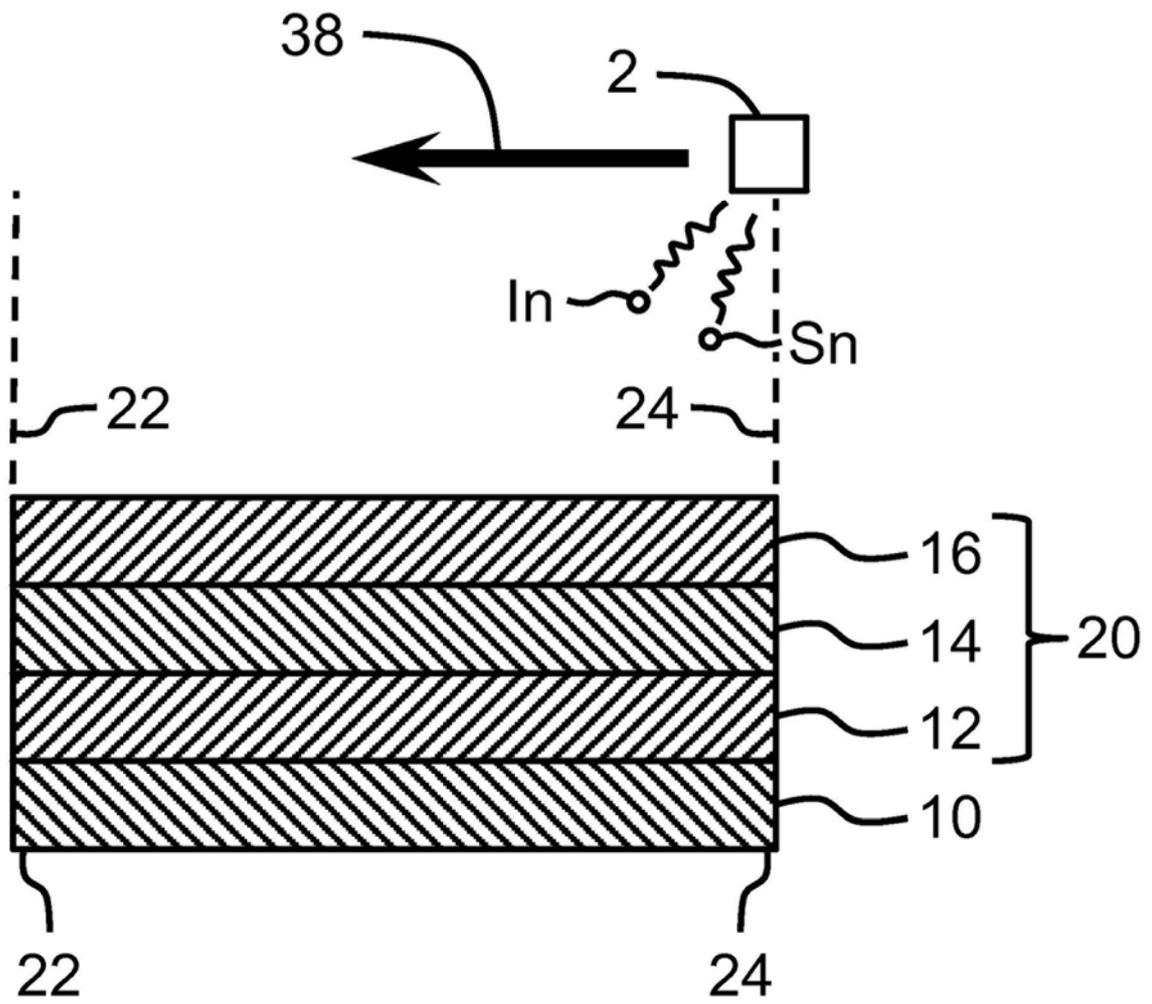


FIG. 5

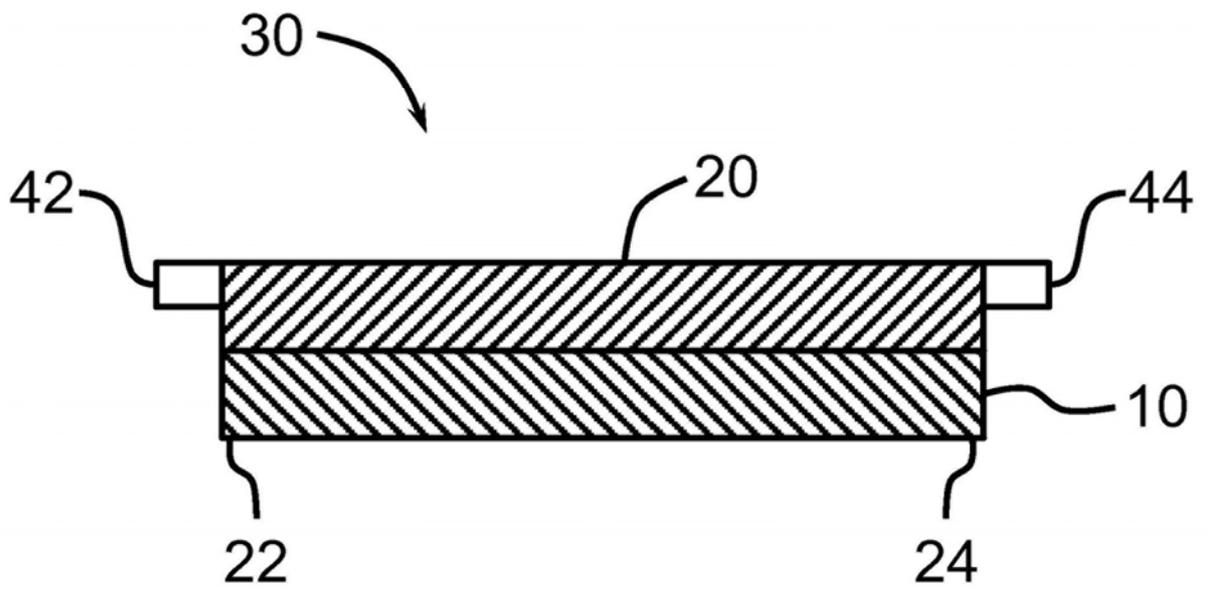
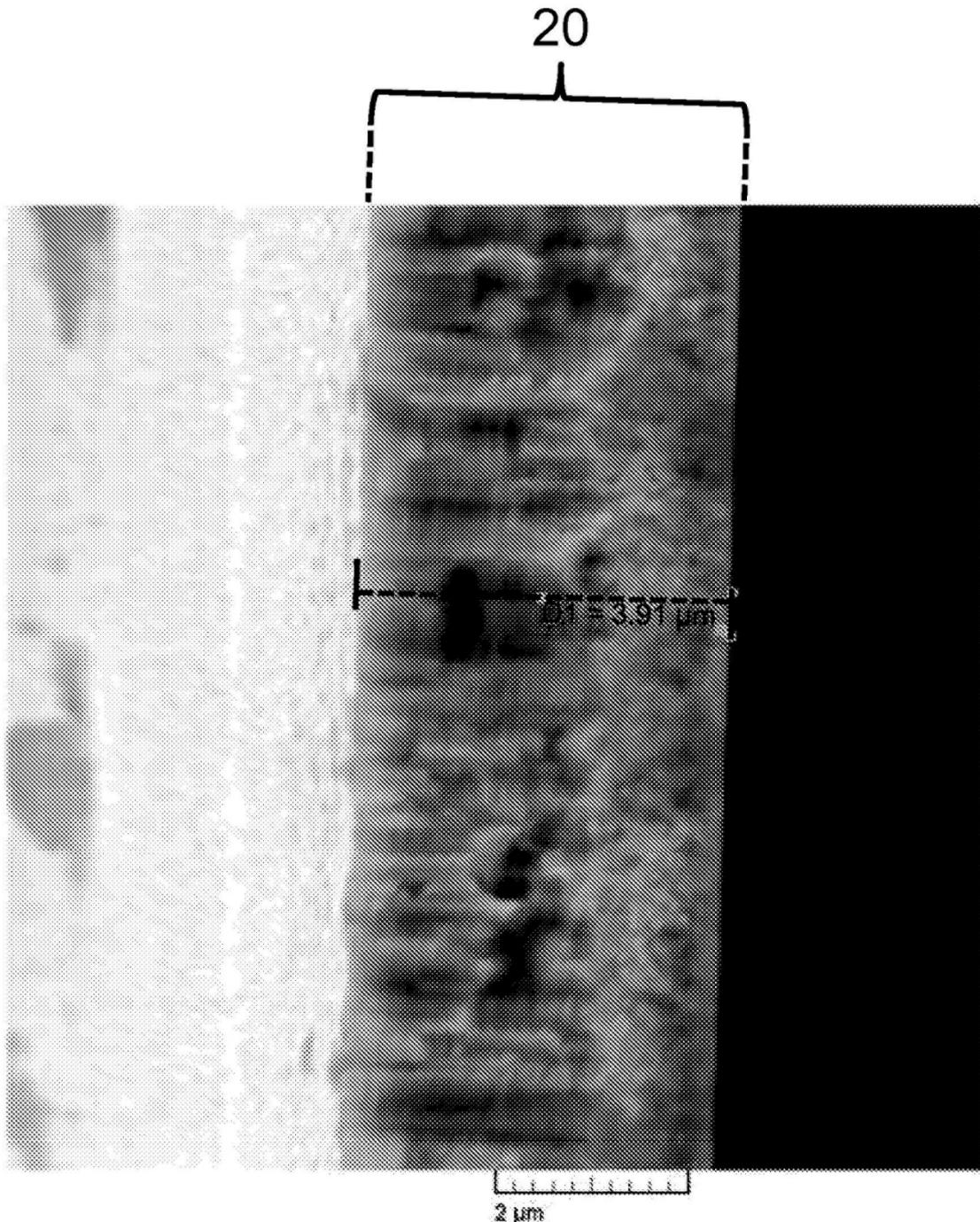


FIG. 6



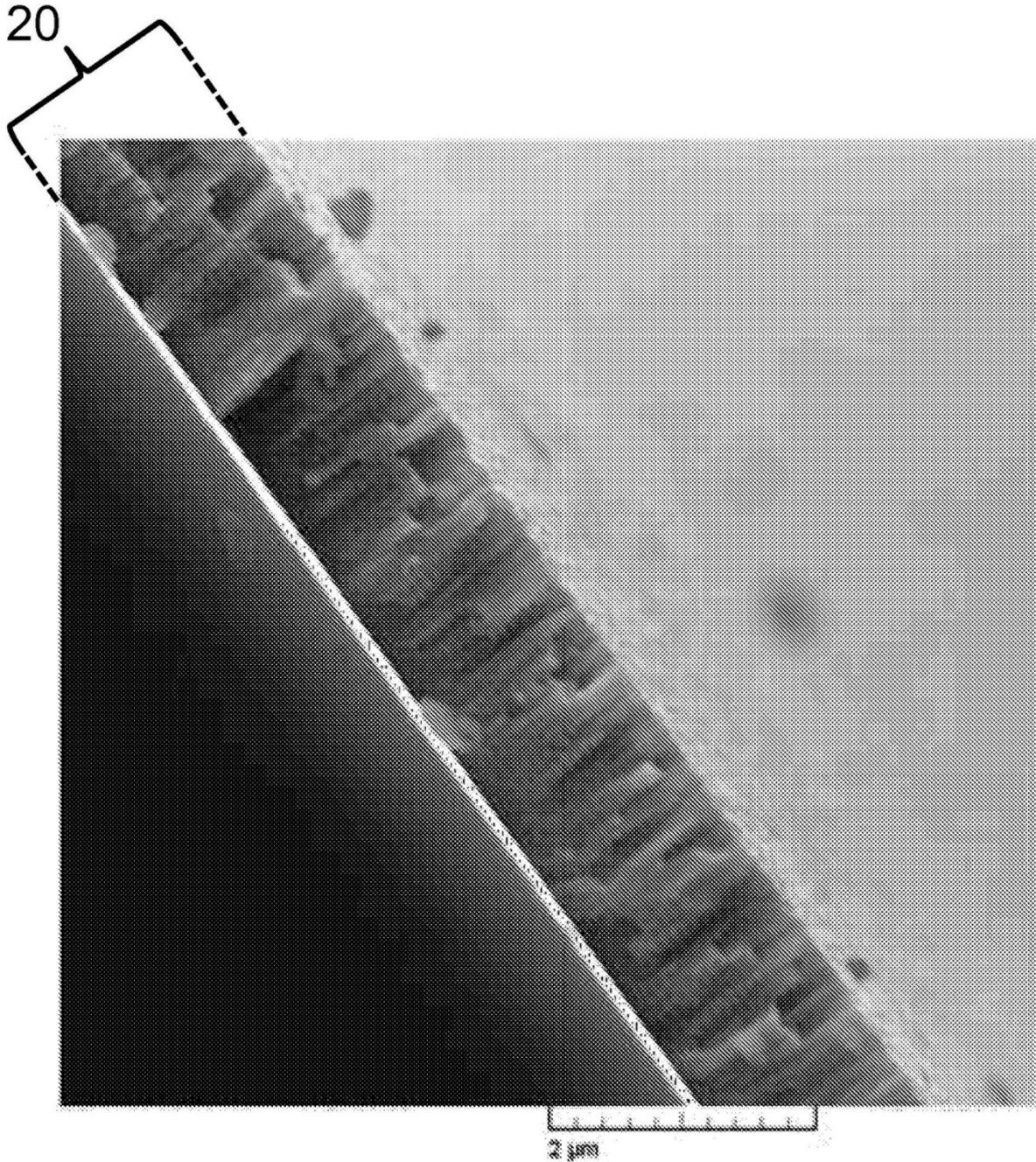
SEM AV: 15,00 kV

A: 13,11 mm

Campo de visión: 10,13 μm

Det: detector de SE

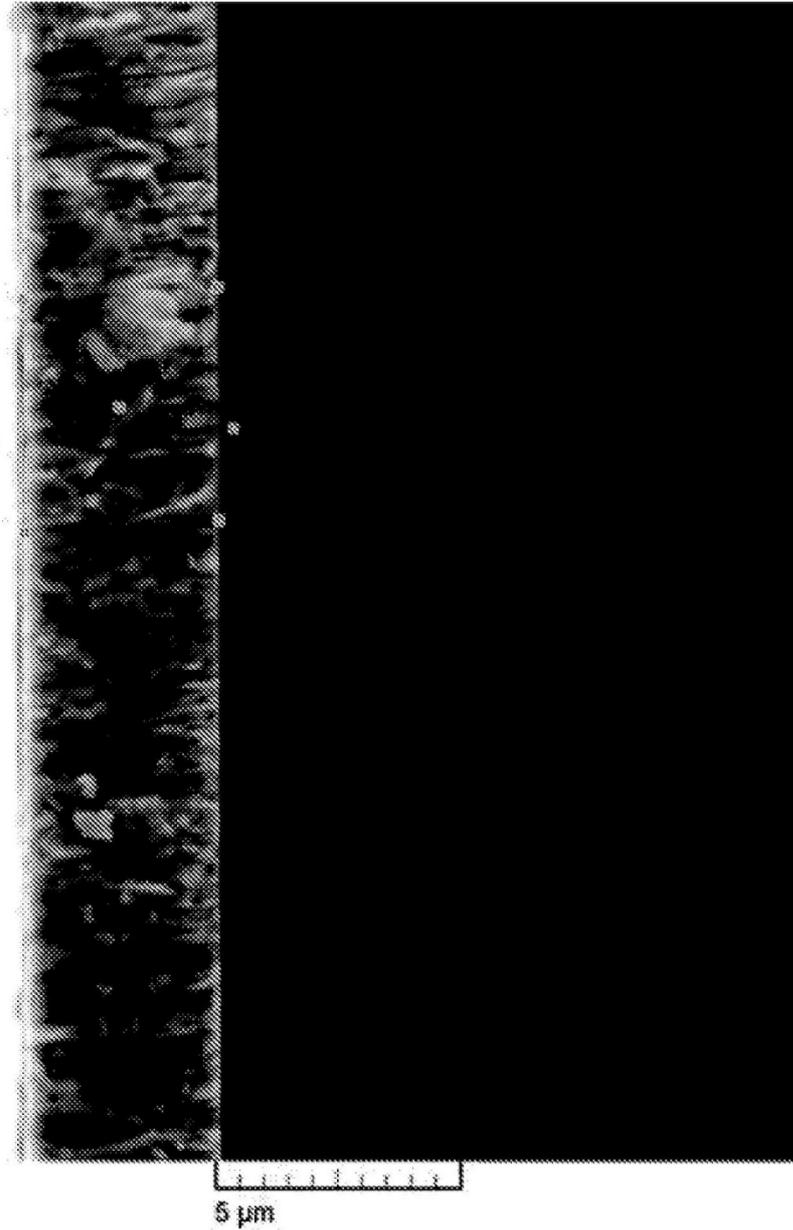
FIG. 7



SEM AV: 12,10 kV
Campo de visión: 7,363 μm

A: 23,59 mm
Det: detector de SE

FIG. 8



SEM AV: 20,50 kV

A: 20,50 mm

Campo de visión: 24,03 µm

Det: detector de SE