



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 366 480**

⑤1 Int. Cl.:
H01L 31/0236 (2006.01)
G02B 1/11 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- ⑨6 Número de solicitud europea: **06252031 .7**
⑨6 Fecha de presentación : **12.04.2006**
⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1845562**
⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **17.10.2007**

⑤4 Título: **Método de fabricación para un sustrato anti-reflectante.**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.10.2011

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.10.2011

⑦3 Titular/es: **TATUNG COMPANY**
No. 22, Sec. 3, Jhongshan N.
Rd. Jhongshan District
Taipei City 104, TW
Tatung University

⑦2 Inventor/es: **Lin, Chiung-Wei;**
Teng, Chein-Fu y
Chen, Yi-Liang

⑦4 Agente: **Morales Durán, Carmen**

ES 2 366 480 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

Método de fabricación para un sustrato anti-reflectante

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a un método de fabricación de un sustrato de oblea de silicio anti-reflectante y, más particularmente, a un método de fabricación de un sustrato de oblea de silicio anti-reflectante con una superficie muy áspera.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 Actualmente, la fuente de energía de un dispositivo optoelectrónico procede de los electrones transferidos por conversión foto-eléctrica. Cuanto menor sea la proporción reflectante de luz del dispositivo (se absorbe más luz por la superficie del dispositivo), mayor será la intensidad que puede obtenerse. Por lo tanto, la investigación de métodos para producir capas anti-reflectantes de dispositivos optoelectrónicos con una alta eficacia anti-reflectante es muy importante.

20 Entre los métodos convencionales para recibir más luz, uno es potenciar la transmitancia de la luz incidente formando una membrana anti-reflectante sobre la superficie de los dispositivos optoelectrónicos, y otro es atacar el sustrato para aumentar el área superficial mediante los poros formados durante el ataque.

25 Hay diversos métodos para atacar la superficie del sustrato. El "ataque en seco de poli-silicio" sirve para formar una capa de poli-silicio sobre la primera oblea de silicio, y atacar mediante un sistema de ataque de plasma de alta densidad. Sin embargo, el sistema se usa muy raramente debido a su alto coste y se requieren etapas de preparación adicionales del material de poli-silicio. Por lo tanto, los inconvenientes del alto coste y que el proceso es complejo limitan el uso del método. El "ataque en húmedo de poli-silicio" tiene los mismos inconvenientes que el
30 ataque en seco descrito anteriormente. Con referencia a la Figura 1, se muestran los resultados de la superficie tratada con sustrato con "ataque en seco de poli-silicio" y "ataque en húmedo de poli-silicio" por separado. La Figura 1A muestra la absorción de la superficie del sustrato de poli-silicio después del ataque en seco, y la Figura 1B muestra la de la superficie del sustrato de poli-silicio después del ataque en húmedo. Estos dos resultados solo muestran una mejor absorción a una longitud de onda de 700 nm. Esto indica que los dos métodos no son capaces
35 de absorber la luz dentro de un amplio intervalo de longitud de onda, y esto podría ser también un inconveniente de estos métodos convencionales.

Otro método para tratar el sustrato es el "ataque en húmedo" de la superficie de la oblea de silicio directamente. No obstante, la superficie atacada no es adecuadamente lisa, porque el estado de ataque es difícil de controlar.

40 Se usa también un método electroquímico para formar capas anti-reflectantes directamente sobre los sustratos. En el método electroquímico, se aplica una premagnetización bajo la oblea, y se proporciona una dirección, con lo que la oblea se ataca. Sin embargo, el método incurre en los mismos defectos que los métodos de ataque en húmedo, es decir, es muy difícil de controlar el estado de ataque y solo se obtiene finalmente una superficie casi lisa.

45 Los métodos convencionales descritos anteriormente sufren la dificultad de controlar el estado de ataque y, de esta manera, aumentan la complejidad del proceso. Adicionalmente, los dispositivos producidos a partir del método convencional anterior pueden hacerse funcionar dentro de un estrecho intervalo de longitudes de onda, lo que significa que la eficacia reflectante de los dispositivos es alta, y la eficacia de transferencia de energía es baja, debido a que la mayor parte de la luz se refleja del dispositivo. De esta manera, una capa reflectante que tenga una alta absorción dentro de un amplio intervalo de longitudes de onda es beneficiosa para mantener la luz dentro del dispositivo. De esta manera, hay una necesidad urgente de una capa reflectante con alta absorción, y debe desarrollarse el método para fabricar la capa reflectante.

55 El documento WO 2004/023567 A es un documento que refleja el estado de la técnica.

Sumario de la invención

60 El objeto de la presente invención es proporcionar un método para producir un sustrato anti-reflectante, en el que el sustrato es una oblea de silicio. De acuerdo con la invención, se proporciona un método para producir un sustrato anti-reflectante que comprende las etapas de:

- (a) proporcionar un sustrato, en el que el sustrato es una oblea de silicio;
- (b) depositar una capa de silicio amorfo como una capa de sacrificio sobre el sustrato;
- 65 (c) atacar la capa de silicio amorfo de sacrificio y el sustrato mediante ataque químico en soluciones, y retirar completamente la parte restante de la capa de silicio amorfo de sacrificio del sustrato, mediante las soluciones;

- (d) enjuagar el sustrato atacado con agua desionizada;
- (e) secar el sustrato enjuagado con gas nitrógeno; y
- (f) secar en horno el sustrato secado para retirar un exceso de humedad, con lo que la etapa (c) comprende adicionalmente la etapa de realizar vibración ultrasónica mientras se ataca, para asegurar un ataque uniforme para asegurar que la superficie del sustrato anti-reflectante tenga un estado áspero.

Para depositar la capa de silicio amorfo sobre el sustrato, el método de deposición adecuado de la presente invención no está limitado. Preferentemente, puede realizarse deposición física en fase vapor (PVD) o deposición química en fase vapor (CVD) en la etapa (b). El espesor de la capa de silicio amorfo depositada sobre sustrato en la etapa (b) no está limitado, aunque preferentemente es un espesor de 0,5 μm -5 μm .

Las soluciones de ataque químico en la etapa (c) de la presente invención se usan para atacar la capa de silicio amorfo. La superficie del sustrato se ataca también porque la capa de silicio amorfo del sustrato se forma como una capa de sacrificio y la capa de silicio amorfo finalmente se retira completamente. Las soluciones usadas en el ataque puede ser cualquier solución química. Preferentemente, las soluciones son ácido fluorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fosfórico o una mezcla de los mismos.

El reflectante del sustrato anti-reflectante producido por el método de la presente invención puede ser menor del 1%, y la tasa de absorción del sustrato anti-reflectante preferentemente es del 70% al 90%, en un intervalo de longitud de onda de 300 nm-900 nm; y, más preferentemente, la tasa de absorción es mayor del 80% en un intervalo de longitud de onda de 400 nm-800 nm.

La presente invención desvela un método sencillo de fabricación de un sustrato anti-reflectante, y la reflectancia de luz es menor que la de cualquier sustrato anti-reflectante o capa anti-reflectante producida por métodos convencionales. De esto se deduce que la eficacia de la transferencia de energía de los presentes sustratos anti-reflectantes es mayor que la de los sustratos anti-reflectantes convencionales.

Otros objetos, ventajas y nuevas características de la invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, cuando se toma junto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

- La Figura 1A muestra la absorción del sustrato de poli-silicio después del ataque en seco;
- La Figura 1B muestra la absorción de la superficie del sustrato de poli-silicio después del ataque en húmedo;
- La Figura 2 muestra la absorción de sustrato de silicio con una estructura porosa producida mediante la presente invención en el Ejemplo 1;
- La Figura 3 representa los datos observados por SEM en el Ejemplo 2, la Figura 3 (a) es la morfología de un sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa a una proporción 1.0000X y la Figura 3 (b) muestra la morfología de sustrato de silicio con la estructura porosa a una proporción 10.000X;
- La Figura 4 representa la morfología superficial del ejemplo 3 por AFM, la Figura 4 (a) representa la morfología superficial de un sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa, y la Figura 4 (b) muestra la morfología superficial de la presente invención;
- La Figura 5 representa la reflectancia tanto del sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa (curva A) como del sustrato de silicio con estructura porosa (curva B) en el Ejemplo 4;
- La Figura 6 ilustra los resultados de reflectancia de los sustratos que tienen diferentes capas anti-reflectantes en el Ejemplo 4; y
- La Figura 7 muestra la eficacia cuántica externa del sustrato de poli-silicio convencional con estructura (curva A), el sustrato de silicio con estructura porosa (curva B) y el ataque en húmedo (curva G).

Descripción detallada de la realización preferida

Ejemplo1

Un método de fabricación de una oblea de silicio anti-reflectante se explica como una realización. En primer lugar, una película fina de silicio amorfo, de 1 μm de espesor, se deposita sobre la superficie de la oblea de silicio usando un proceso de deposición física en fase vapor (PVD) a 70°C-90°C. La película fina de silicio amorfo debe ser una capa de sacrificio en las etapas posteriores. La superficie del sustrato se ataca para que se convierta en una estructura con textura porosa en la solución de ataque ($\text{HF}:\text{HNO}_3 = 100:1$). Se realiza también vibración ultrasónica mientras se ataca para asegurar el ataque uniforme y, de esta manera, mantiene la superficie del sustrato en un estado muy áspero.

Después del ataque, el sustrato se enjuaga con agua DI y se seca con gas nitrógeno, después de lo cual el exceso de humedad se retira por secado en horno, y se obtiene el sustrato anti-reflectante.

Además, un sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa se proporciona como un ejemplo de comparación. Una película fina de silicio amorfo se deposita sobre la superficie de la oblea de silicio. Después del re-

cocido, re-cristalización, se forma así una película fina de poli-silicio. Posteriormente, se sigue el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para preparar un sustrato de poli-silicio convencional con una estructura porosa, como una comparación.

- 5 La Figura 2 muestra la absorción del sustrato de silicio con estructura porosa, producido a partir del procedimiento descrito anteriormente.

Ejemplo 2

- 10 Se usa un microscopio de barrido electrónico (SEM) para obtener la morfología superficial de la oblea atacada.

La teoría de SEM es generar rayos de electrones mediante una pistola de electrones, con lo que los rayos de electrones se reúnen en un rayo de pequeño tamaño mediante un sistema optoelectrónico compuesto por lentes electromagnéticas. Los rayos de electrones (sonda de electrones) se irradian sobre la superficie de la muestra. Las señales creadas desde la superficie irradiada se recogen y amplifican, y las señales amplificadas se introducen en un tubo de rayos catódicos que explora la superficie simultáneamente para mostrar la imagen de la superficie de la muestra.

Las morfologías superficiales tanto del sustrato de silicio con estructura porosa como de los sustratos de poli-silicio convencionales con estructura porosa, producidos a partir del Ejemplo 1, se detectan por SEM, y los resultados se muestran en la Figura 3. La Figura 3 (a) representa la morfología de un sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa a una proporción 1.0000X y la Figura 3 (b) muestra la morfología del sustrato de silicio con estructura porosa a una proporción 10.000X. Los resultados muestran que después de la deposición de una capa fina de silicio amorfo sobre el sustrato, puede obtenerse una superficie altamente desordenada mediante el proceso de ataque.

Ejemplo 3

Las morfologías superficiales tanto del silicio con estructura porosa como de los sustratos de poli-silicio con estructura porosa producidos a partir del Ejemplo 1, se detectan por microscopía de fuerza atómica (AFM). La AFM se usa a menudo en la detección de la morfología superficial. La teoría de trabajo de AFM consiste en detectar las interacciones de la distribución electromagnética de campo cercano o la fuerza atómica entre una micro-sonda y la superficie de la muestra por la micro-sonda. La morfología superficial de la muestra se explora y detecta por la micro-sonda utilizando un escáner cerámico piezoeléctrico con desplazamiento tri-axial.

Los resultados se muestran en la Figura 4. La Figura 4 (a) representa la morfología de un sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa y la Figura 4 (b) muestra la morfología del sustrato de silicio con estructura porosa de la presente invención. De acuerdo con los datos, la superficie desordenada atacada del sustrato de silicio con estructura porosa es más minuciosa que la del sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa. La superficie desordenada minuciosamente es ventajosa para la refracción y la dispersión de la luz incidente, aumentando de esta manera el efecto anti-reflectante.

Ejemplo 4

El efecto anti-reflectante de los sustratos producidos a partir del Ejemplo 1 se evalúa mediante el uso de un espectrómetro de fluorescencia. Las Figuras 5 y 6 muestran los espectros de reflectancia. Se proporcionan diferentes materiales de los sustratos anti-reflectantes como ejemplos de comparación para el sustrato de silicio con estructura porosa en el Ejemplo 1. La Figura 5 representa la reflectancia tanto del sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa como del sustrato de silicio con estructura porosa. Los datos indican que la reflectancia del sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa es de aproximadamente el 10% en un intervalo de longitud de onda de 300-800 nm (curva A) y el efecto de la reflexión es muy inestable. Sin embargo, la reflectancia del sustrato de silicio poroso anti-reflectante producido por el presente método se mantiene estable por debajo del 1% en un intervalo de longitud de onda de 300-800 nm (curva B).

La Figura 6 ilustra los resultados de reflectancia de los sustratos que tienen diferentes capas anti-reflectantes de: una capa de óxido de silicio depositada por deposición química en fase vapor potenciada con plasma (PECVD) (curva C), una capa de nitrato de silicio depositada por PECVD (curva E), una capa de óxido de silicio depositada por bombardeo (curva F), una capa de óxido de silicio depositada por termo-crecimiento (curva D), y el sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa preparado como se describe en el Ejemplo 1 (curva A). De acuerdo con la Figura 6, solo el sustrato de silicio con estructura porosa (curva B) producido por el presente método tiene la reflectancia menor del 1% entre todos los sustratos en el intervalo de longitud de onda de 300-900 nm. Esto confirma adicionalmente que el sustrato anti-reflectante producido por el presente método tiene una alta absorción de luz.

Ejemplo 5

El efecto anti-reflectante de los sustratos producidos a partir del Ejemplo 1 se evalúa por la eficacia cuántica externa. Se detectan los sustratos preparados por ataque en húmedo de la oblea y el sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa, así como el sustrato de silicio con estructura porosa producido por el presente método.

De acuerdo con el resultado mostrado en la Figura 7, la eficacia cuántica externa del presente sustrato de silicio con estructura porosa (curva B) es mayor del 90%, en el intervalo de longitud de onda de 300-900 nm. Sin embargo, la eficacia cuántica externa de los sustratos preparados por el ataque en húmedo de la oblea (curva G) y el sustrato de poli-silicio convencional con estructura porosa (curva A) son ambos menores del 90%, en el mismo intervalo de longitud de onda de 300-900 nm. Estos datos obviamente muestran las ventajas del sustrato de silicio con estructura porosa.

Aunque la presente invención se ha explicado con respecto a su realización preferida, debe entenderse que pueden hacerse muchas otras posibles modificaciones y variaciones sin alejarse del alcance de la invención como se reivindica en este documento.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un sustrato anti-reflectante, que comprende las etapas de:

- 5 (a) proporcionar un sustrato, en el que el sustrato es una oblea de silicio;
(b) depositar una capa de silicio amorfo como una capa de sacrificio sobre el sustrato;
(c) atacar la capa de silicio amorfo de sacrificio y el sustrato mediante ataque químico en soluciones, y retirar completamente la porción restante de la capa de silicio amorfo de sacrificio del sustrato, mediante las
10 soluciones;
(d) enjuagar el sustrato atacado con agua desionizada;
(e) secar el sustrato enjuagado con gas nitrógeno; y
(f) secar en horno el sustrato secado, para retirar un exceso de humedad, con lo que la etapa (c) comprende adicionalmente la etapa de realizar vibración ultrasónica mientras se ataca, para asegurar un ataque uniforme para asegurar que la superficie del sustrato anti-reflectante tenga un estado áspero.
15
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la deposición física en fase vapor (PVD) o la deposición química en fase vapor (CVD) se realiza en la etapa (b).
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la capa de silicio amorfo de sacrificio, depositada en la
20 etapa (b), tiene un espesor de 0,5 μm -5 μm .
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las soluciones de ataque químico en la etapa (c) son ácido fluorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fosfórico o mezclas de los mismos.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la reflectancia eficaz del sustrato anti-reflectante
25 producido de esta manera es menor del 1%.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la absorción del sustrato anti-reflectante producido de esta manera es del 70% al 90%, en un intervalo de longitud de onda de 300 nm-900 nm.
30
7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la absorción del sustrato anti-reflectante producido de esta manera es mayor del 80%, en un intervalo de longitud de onda de 400 nm-800 nm.

35

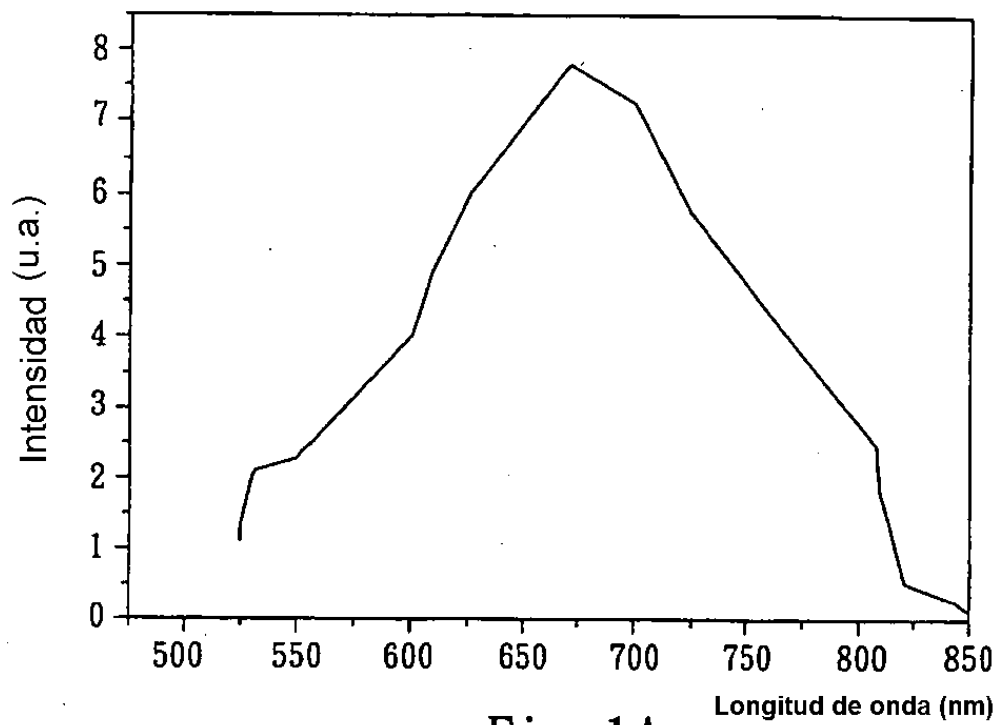


Fig. 1A

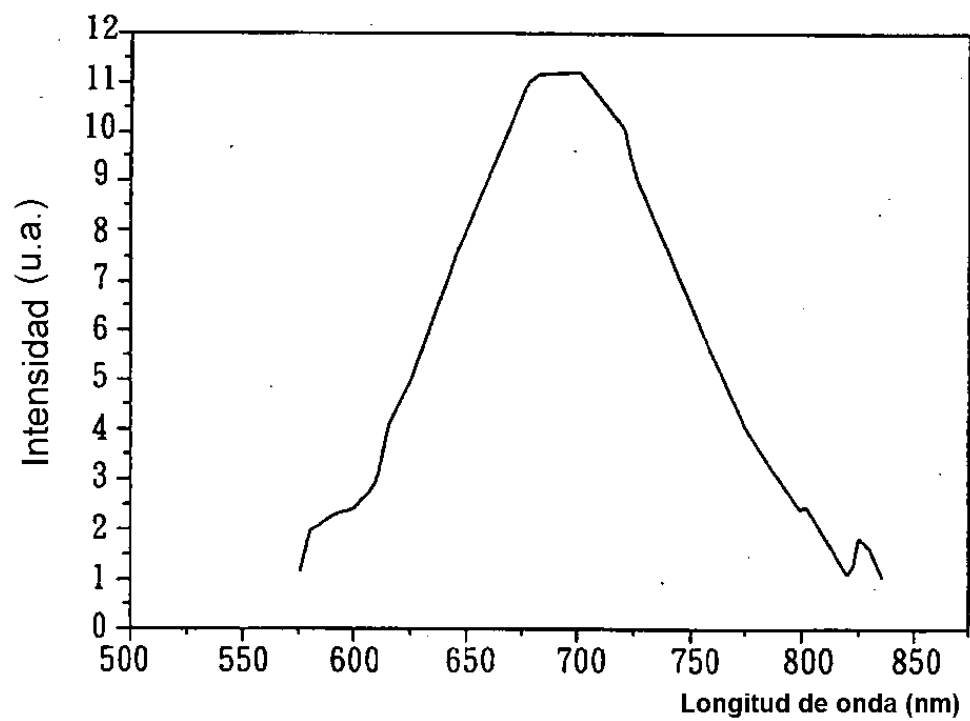


Fig. 1B

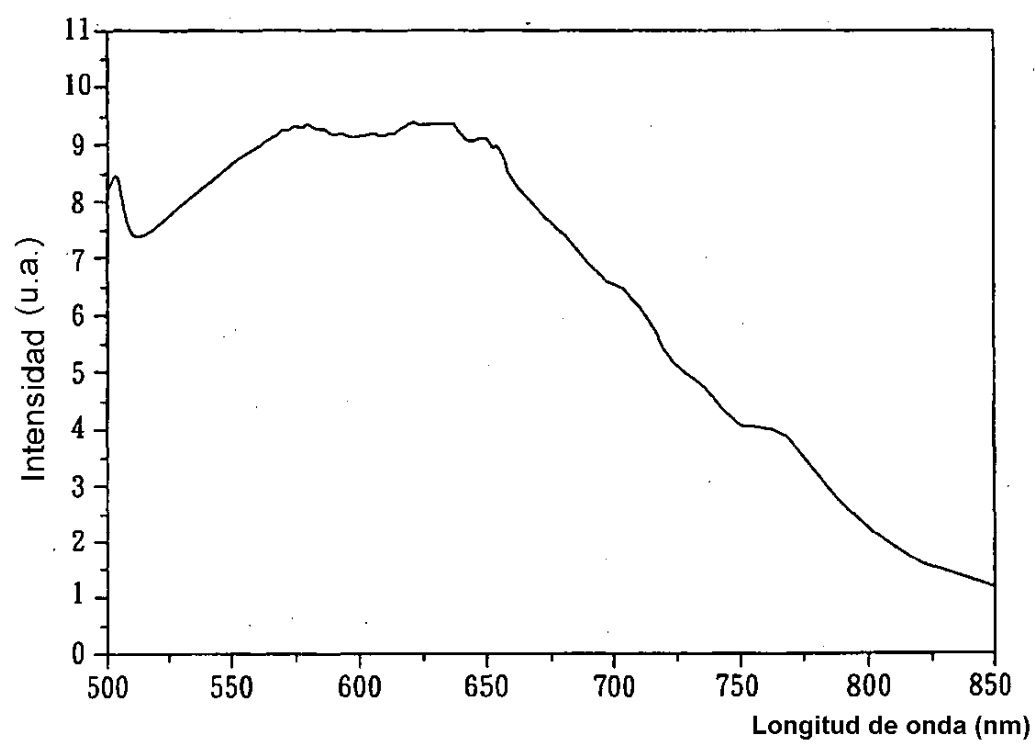


Fig. 2

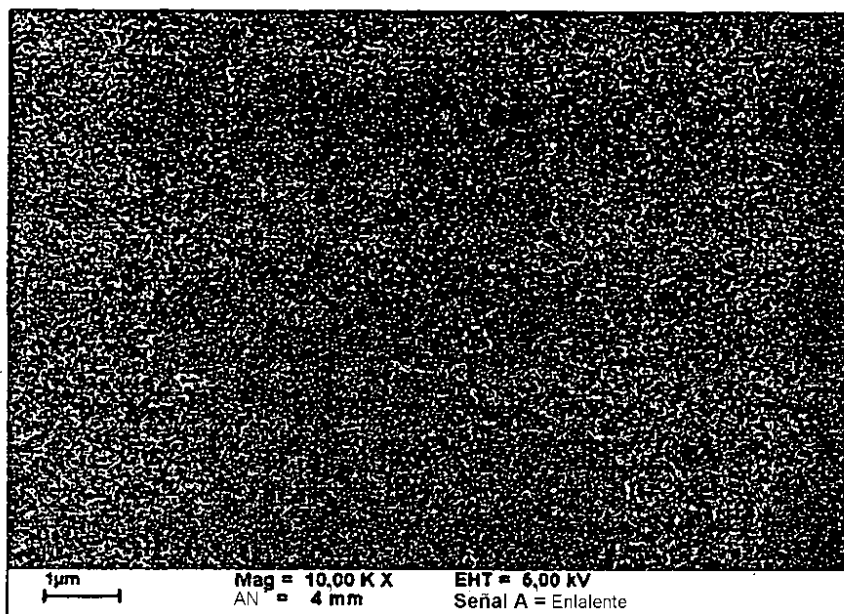


Fig. 3a

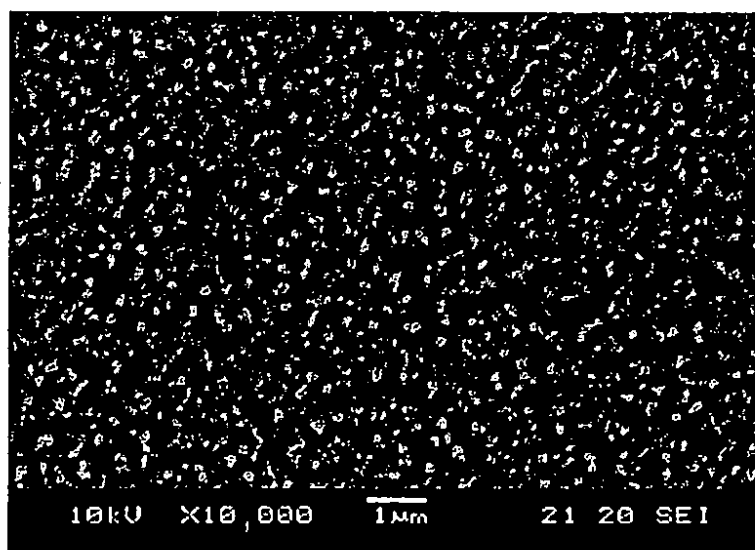


Fig. 3b

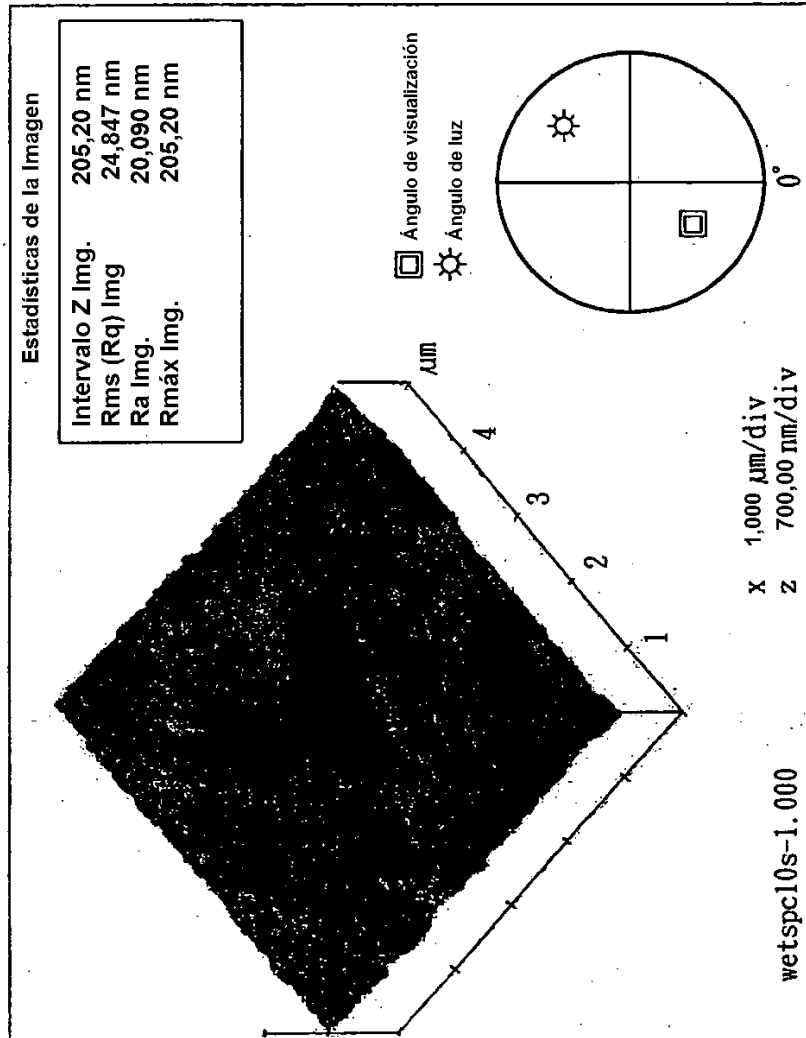


Fig. 4a

Estadísticas de la imagen

Intervalo Z Img.	547,59 nm
Rms (Rq) Img	79,413 nm
Ra Img.	57,707 nm
Rmáx Img.	547,59 nm

 Ángulo de visualización
 Ángulo de luz

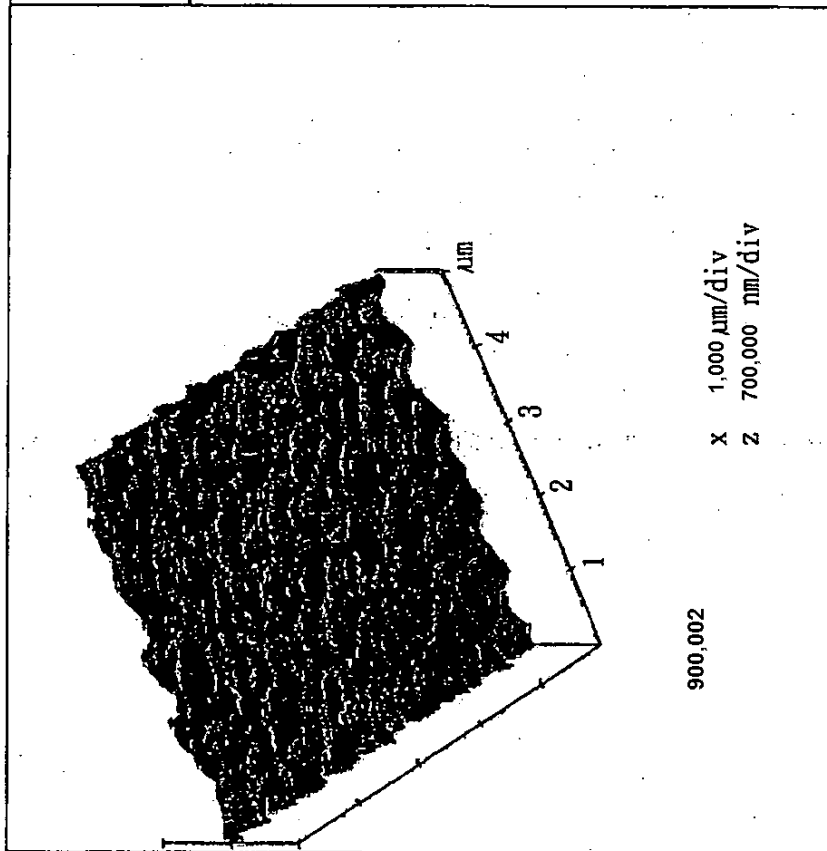
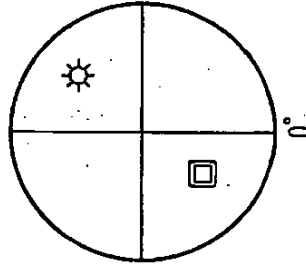


Fig. 4b

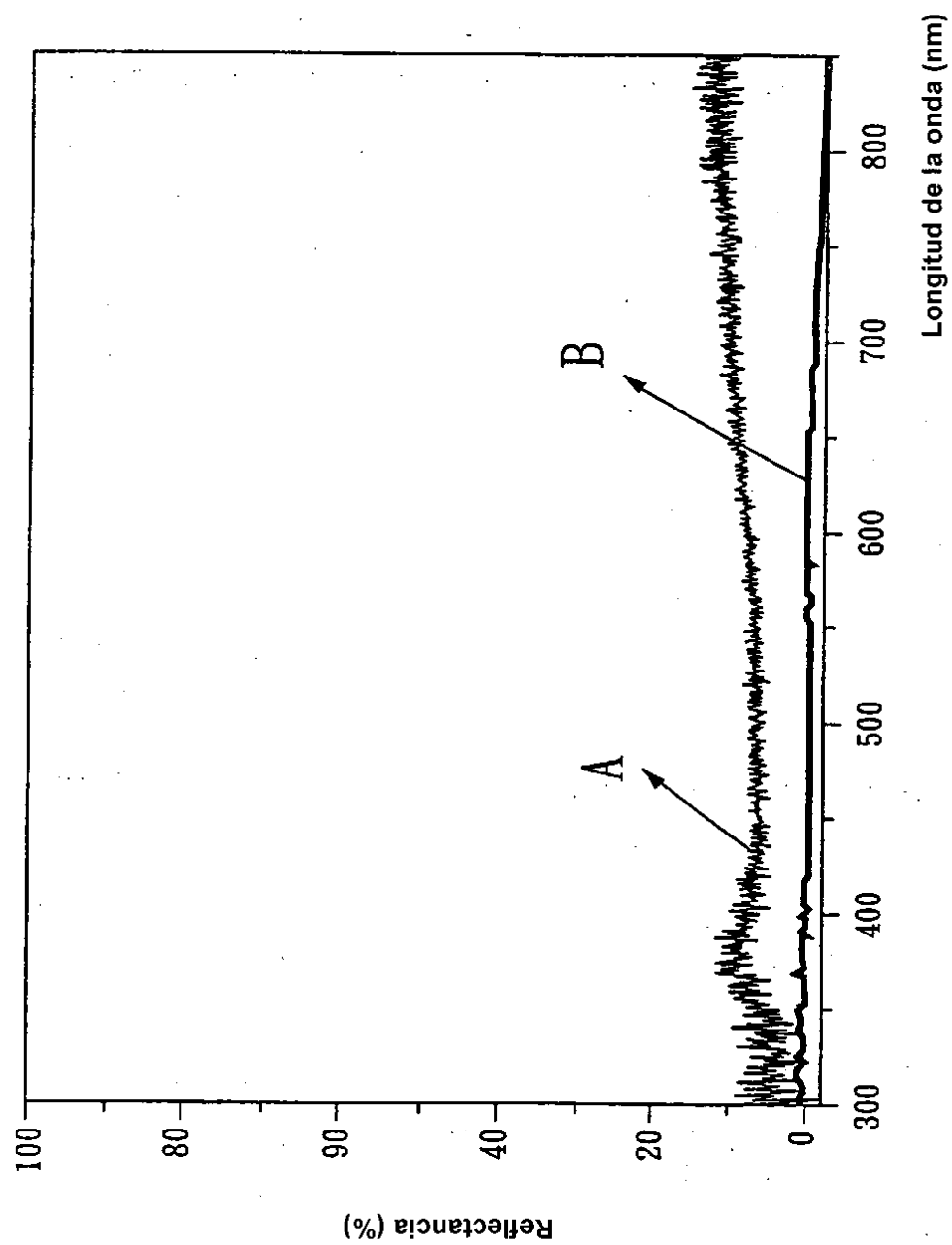


Fig. 5

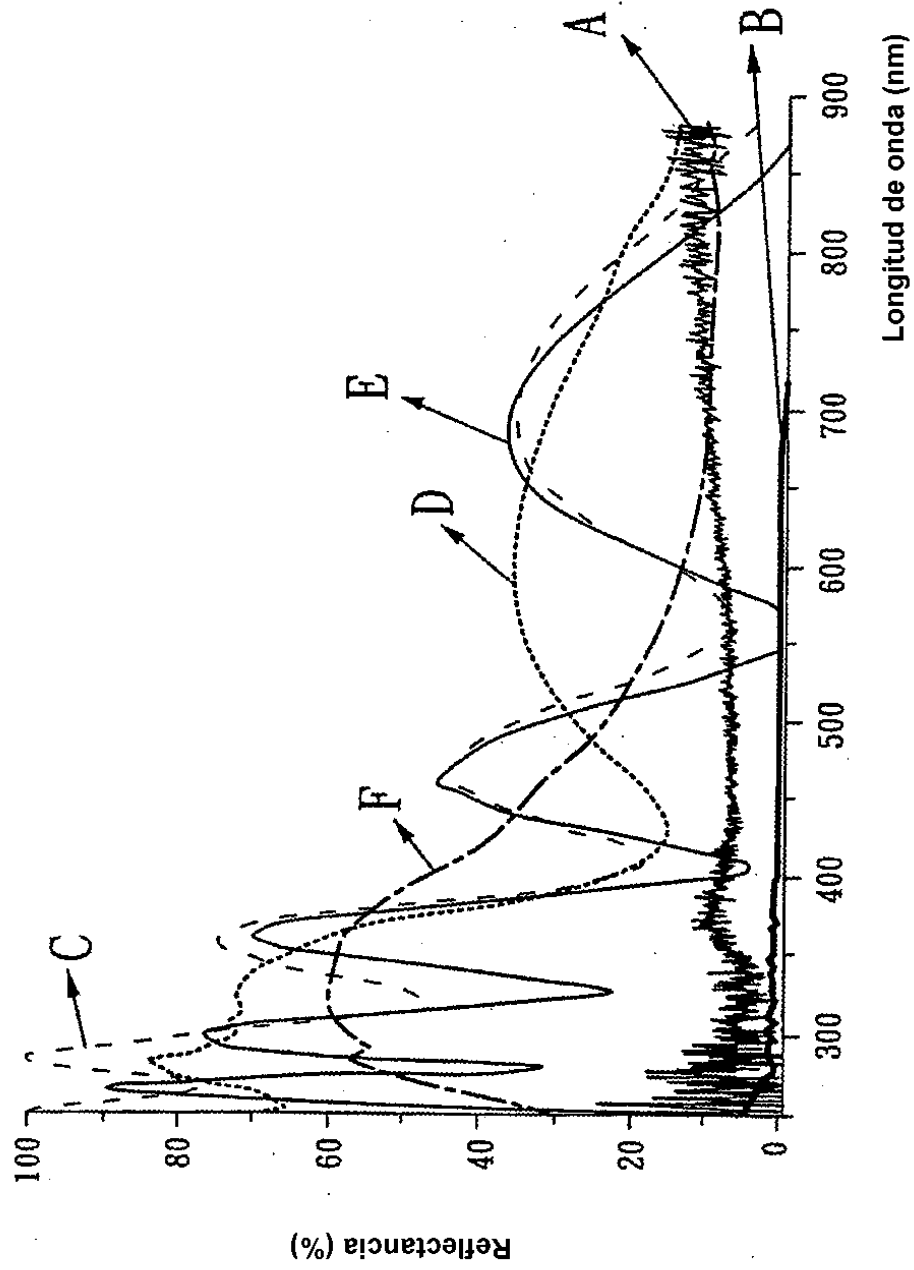


Fig. 6

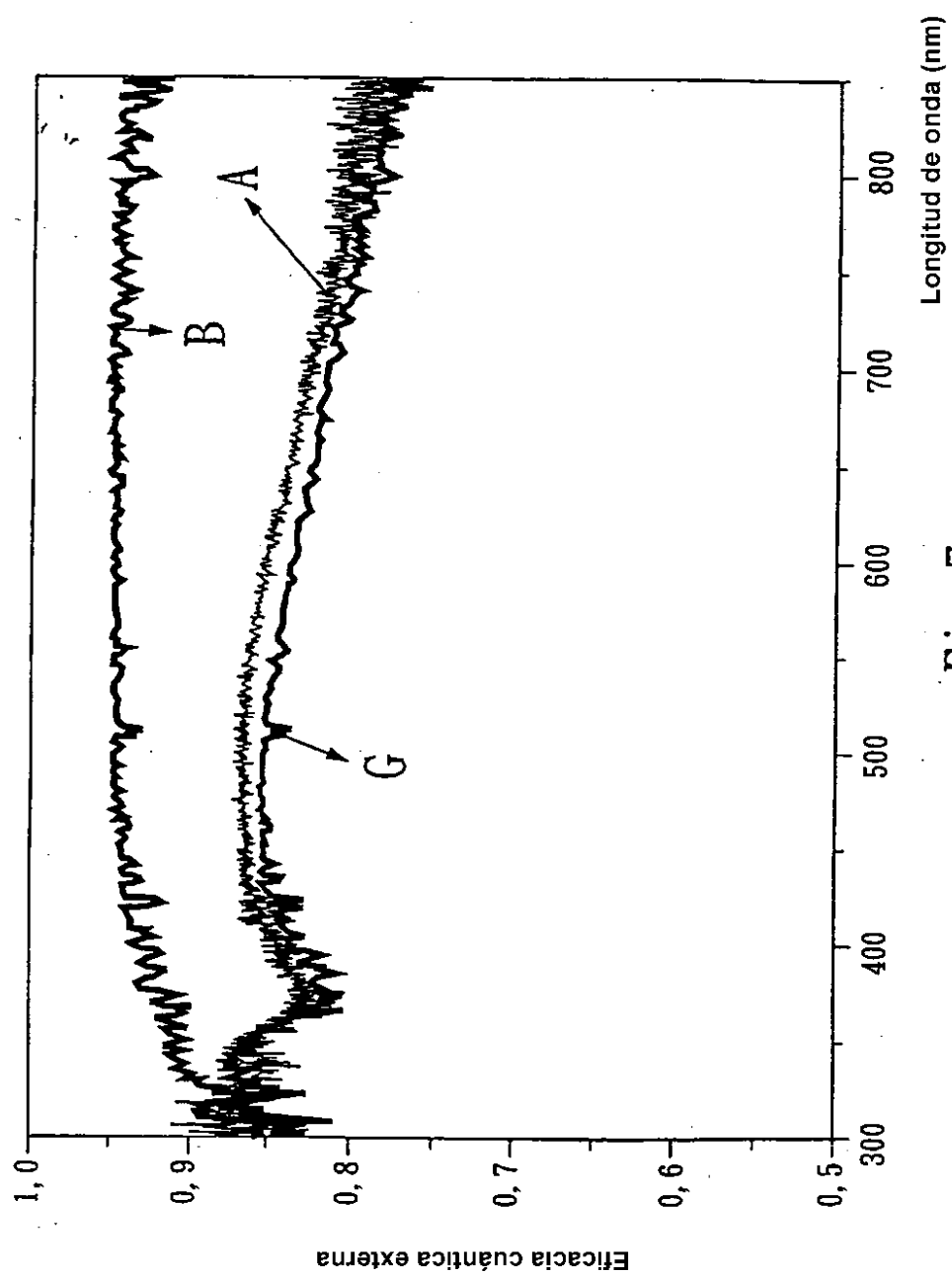


Fig. 7