

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 514 521**

51 Int. Cl.:

**B23K 26/06** (2014.01)

**B23K 26/00** (2014.01)

**A61F 2/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2009 E 09160436 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.07.2014 EP 2251133**

54 Título: **Método de generación de una estructura superficial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.10.2014**

73 Titular/es:

**SWISS MICRO LASER GMBH (100.0%)  
Luegisland 2-4  
8143 Stallikon, CH**

72 Inventor/es:

**BAK, MARCO y  
VAN MERKSTEIJN, JACOBUS LAMBERTUS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 514 521 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 generación de una estructura superficial

5 La invención se refiere a un método de generación de estructuras superficiales. Estas estructuras de superficie se usan por ejemplo en implantes de hueso, en los que elementos de titanio o de aleaciones de titanio se insertan parcial o completamente en un hueso. Con el fin de fortalecer la unión entre el tejido del hueso y el implante y con el fin de estimular el crecimiento del tejido del hueso sobre y en la estructura de la superficie, se hace rugosa la estructura superficial del implante. Una manera de hacer rugosa la superficie de tales implantes es aplicar técnicas de incidencia de partículas como el granallado. Otra técnica que se aplica para hacer rugosa la superficie es el grabado de la misma.

10 Por ejemplo, en implantes dentales, con el fin de generar una rugosidad adecuada en la estructura de la superficie, se realiza un proceso en dos etapas. En primer lugar, se obtiene una estructura superficial rugosa haciendo incidir partículas, mientras que luego se superpone a ella una rugosidad mucho más fina sobre la estructura superficial rugosa mediante grabado. Estas técnicas, sin embargo, tienen graves inconvenientes. Por ejemplo, cuando se hace incidir el material con partículas, algo de este material se quedará detrás de la superficie, lo cual produce una contaminación no deseada. Tal contaminación, en el caso de implantes en huesos es, evidentemente, muy indeseable.

Un inconveniente de la técnica de grabado es que el proceso de grabado es muy difícil de controlar y, además, el grabado provoca que las sustancias de grabado agresivas corroan y reaccionen con la superficie. De manera similar, estas sustancias pueden introducir contaminación en la estructura de la superficie.

20 En lugar de ello, se ha propuesto como alternativa (véase el documento de la patente de Estados Unidos US-A-2005 0211680) realizar un grabado de la superficie inducido por láser. Aunque esta técnica ha probado dar mejores resultados, respecto de la contaminación, el grado de rugosidad de la estructura superficial deja aún margen de mejora.

25 El objeto de la invención es proporcionar un método alternativo de generar una estructura superficial que palíe los inconvenientes de la técnica actual, manteniendo a la vez las ventajas de la misma y/o mejorándola. Este objeto se alcanza mediante un método para producir una estructura de superficie en el que se proporciona un sustrato que tiene una superficie a tratar en el que una parte de la superficie se irradia con un haz de un láser ultravioleta pulsado que proyecta una marca sobre la superficie, en el cual el láser UV pulsado tiene una longitud de pulsos de 5 a 10 picosegundos y una frecuencia de pulsos de 200 a 300 kilohercios, en el cual la densidad de energía por pulso varía de 0,003 a 0,5 microjulios por micrómetro cuadrado, en el que la marca se mueve sobre la superficie a tratar y en el que la irradiación se puede repetir un cierto número de veces. El número de veces o número de ciclos de irradiación se puede ajustar al desarrollo de la estructura durante los ciclos de irradiación precedentes. Por ejemplo, si una estructura no está todavía bien desarrollada, entonces se puede aplicar otro ciclo. La energía liberada por pulso puede ser aproximadamente de 5 a 12 microjulios y el tamaño de la marca puede ser de aproximadamente 5 a 40 micrómetros de diámetro. Una ventaja de esta técnica es que se puede proporcionar un sustrato con diferentes estructuras superficiales especializadas, lo cual es extremadamente difícil con las técnicas de grabado o de granallado.

35 En una realización preferida, la marca se mueve sobre la superficie con una velocidad de 10 a 100 mm por segundo. Se demuestra que con tal velocidad la generación de salientes y protuberancias sobre la superficie resulta ser la más ventajosa.

La longitud de onda del láser puede estar entre 200 y 1100 nm, de modo que se pueden obtener resultados prometedores por ejemplo con longitudes de onda entre 200 y 400 nm, tal como por ejemplo con una longitud de onda de 355 nm. Estas longitudes de onda proporcionan suficiente energía para conformar la superficie en cuestión.

45 En otra realización preferida, el sustrato comprende al menos un componente escogido en el grupo constituido por metales, no metales, silicio, cerámicas, compuestos metálicos, compuestos de no metales, carbono, compuestos que contienen carbono o aleaciones. Aquí, la cerámica puede por ejemplo tener un componente escogido en el grupo formado por carburo de silicio, nitruro de silicio, un carburo metálico, un nitruro metálico, un nitruro de un no metal, un carburo de un no metal, carbono, un óxido metálico o un óxido de un no metal. Estos compuestos son relativamente inertes y, como tales, difíciles de proporcionar con tratamientos superficiales. Debido a su naturaleza inerte, estos compuestos se pueden aplicar en aplicaciones in-vivo como implantes.

En otra realización preferida adicional, la marca de irradiación se mueve sobre la superficie del sustrato según un patrón o plantilla, de tal forma que la estructura de la superficie varía a lo largo de la superficie. Utilizando este patrón, se puede proporcionar una estructura específica en áreas escogidas, mientras que en otras áreas se pueden producir estructuras diferentes o, cuando es aplicable, incluso ninguna.

55 Preferentemente, la estructura superficial comprende una estructura abierta submicrométrica que tiene abultamientos y prominencias colocadas al azar de diámetro entre 0,1 y 10 micrómetros y una rugosidad obtenida

debido a estos abultamientos de más menos 0,5 micrómetros a más menos 15 micrómetros, en una dirección perpendicular a la superficie.

5 En una realización preferida, al menos una parte de los abultamientos y prominencias de la estructura superficial comprende una parte que sobresale por encima, lo que proporciona mejores propiedades de enlace. Estas zonas o partes que sobresalen pueden proporcionar espacios de engranaje que proporcionan mejores propiedades de enlace.

Preferentemente, la densidad y las dimensiones de los abultamientos y prominencias varían a lo largo de la superficie. Con esta variación, se pueden proporcionar varias estructuras con propiedades diferentes. En otra realización preferida, se proporciona un implante de hueso con la estructura superficial descrita anteriormente.

10 A continuación se aclarará la invención con las siguientes figuras en las cuales:

La figura 1 representa una vista en sección de una estructura de superficie de acuerdo con la técnica actual.

Las figuras 2 a 4 representan vistas superiores a diferentes aumentos de una imagen de microscopía electrónica de una estructura de superficie como se aplica habitualmente en la técnica.

La figura 5 representa una vista esquemática tridimensional del método según la invención.

15 La figura 6 representa una estructura de superficie obtenida según una primera realización de la invención.

Las figuras 7 a 9 representan vistas superiores a diferentes aumentos de una imagen de microscopía electrónica de una estructura de superficie obtenida según una realización adicional de la invención.

Las figuras 10 a 13 representan vistas superiores a diferentes aumentos de una imagen de microscopía electrónica de una estructura de superficie obtenida según una realización adicional de la invención.

20 Las figuras 14 a 17 representan vistas superiores a diferentes aumentos de una imagen de microscopía electrónica de una estructura de superficie obtenida según otra realización adicional de la invención.

Las figuras 18 y 19 representan diferentes aumentos de una imagen de microscopía electrónica en vista superior de una superficie sin tratar.

25 Las figuras representan realizaciones concretas, específicas y no debería considerarse que limitan la invención de ninguna forma. En todas las figuras se emplean los mismos o similares signos o señales de referencia para las características correspondientes.

30 En la figura 1 y en las imágenes de microscopía electrónica representadas por las figuras 2 a 4, se representa un objeto 2 con una estructura superficial 1a, que se aplica actualmente como por ejemplo un implante de hueso tal como, por ejemplo un implante dental para montar un diente de sustitución. Tal estructura superficial 1a se genera irradiando la superficie 1 con un láser UV pulsado de nanosegundos. Sobre la superficie 1 se forma una estructura de hoyos y cráteres 3. Típicamente, el tamaño de los hoyos o cráteres 3 corresponde con el tamaño de la marca 14 del haz láser empleado 13, estando comprendido entre diámetros de 5 y 40 micrómetros.

35 Estos cráteres u hoyos 3 están rodeados por paredes o diques 3a, que forman un patrón sobre la superficie 1. Puesto que se aplica un láser 12 con el fin de generar esta estructura superficial 1a, se puede evitar la contaminación por sustancias extrañas o partículas.

Sin embargo, una estructura superficial 1a generada de este modo se puede todavía perder de manera relativamente fácil a partir del tejido de hueso que crece sobre ella, puesto que no sobresale de las paredes o diques 3a. Por lo tanto, no es posible un engranaje real entre el tejido del hueso y la estructura de la superficie.

40 De manera sorprendente, aplicando un láser 12 con una duración de pulso en el intervalo de los picosegundos se pueden producir diferentes estructuras 1b, que están representadas en la figura 6, en una vista de una sección lateral y en las figuras 7 a 17 como vistas superiores de imágenes de microscopía electrónica, según diferentes realizaciones de las estructuras de superficie 1b.

45 Estas estructuras de superficie 1b se proporcionan con salientes y columnas 4, 5, 6 y 7 en el intervalo micrométrico. Se encuentra que las dimensiones de los salientes 4, 5, 6 y 7 son solo una fracción del tamaño de la marca del láser empleada.

50 Cuando se compara la figura 2, que representa la estructura de una superficie según la técnica actual, con cualquiera de las estructuras de superficie 1b de las figuras 7, 10 o 14, que tienen el mismo aumento, se puede observar que la estructura 1b es más fina. Los salientes o protuberancias 4, 5, 6 y 7 tienen una dimensión paralela a la superficie menor de 1 a varios micrómetros, mientras que los cráteres u hoyos 3 en la técnica actual son de 10 micrómetros o más.

De manera que se obtiene una estructura 1b mucho más fina, en la cual al menos una parte de los salientes se pueden proporcionar con cabezas que sobresalen (8, 9), de manera que se forman micro-columnas, 6, 7, con forma de champiñón o papila. De este modo los "cuellos" 10 y 11 proporcionan aberturas más anchas en las cuales puede crecer el tejido del hueso y engranarse de manera segura.

- 5 Sin adherirse a ninguna teoría, los autores creen que, aplicando un láser que tiene una frecuencia de pulso en el intervalo de los picosegundos, una región o zona de la superficie 1, cubierta por la marca 14 de irradiación del láser 12 en cuestión, se funde, resuena y se rompe de tal manera que se forman las micro-protuberancias 4 a 8.

10 La altura z de los salientes 4 a 8 cae dentro del intervalo de 1 a 15 micrómetros, mientras que el diámetro y de dichos salientes 4 a 8 varía en el intervalo de 0,1 a 10 micrómetros. Así, se puede obtener una rugosidad de superficie  $R_A$  en el intervalo de 0 a 10  $\mu\text{m}$ .

Moviendo la marca del láser 14 sobre la superficie 1 siguiendo un cierto patrón, se puede generar un patrón de protuberancias 4, 5, 6 y 7, de tamaños y densidades que varían, como puede verse en las imágenes de microscopía electrónica a menor aumento de las figuras 7, 10 y 14.

15 Por ejemplo en la figura 7 hay un patrón de filas repetidas 15 de alta densidad de salientes 4 a 7 y están separadas por áreas 16 de menor densidad y de salientes más pequeños. La marca 14 del láser pulsado de picosegundos 13 se puede mover en una primera dirección I sobre las áreas que cubren las filas 15, mientras que las áreas 16 reciben menos irradiación o no la reciben en absoluto. De esta forma se obtiene un patrón en el cual la rugosidad calculada está orientada direccionalmente. Por ejemplo, en la primera dirección I (véase figura 5) se puede obtener un valor  $R_A$  de 0,8, mientras que en la segunda dirección II (véase figura 5) se puede obtener por ejemplo un valor  $R_A$  de 1,3.

20 En la figura 10, las filas 16 de alta densidad de salientes 4 a 7 se ponen más juntas entre sí dejando menos espacio para las áreas que no se irradian. En consecuencia, se obtiene un patrón más uniforme, que todavía varía ligeramente. En este caso la marca 14 del láser 12 se mueve en calles o corredores en la dirección I, mientras que se disminuye la distancia entre los corredores en la dirección II.

25 En la figura 14, todavía resulta visible un patrón lineal aunque la densidad de los salientes es casi uniforme sobre toda la superficie. En este caso, la distancia 16 entre las calles 15 en la dirección II se disminuye hasta aproximadamente cero.

Se pueden producir otros patrones de manera similar aplicando los correspondientes caminos de movimiento de la marca del láser sobre la superficie.

30 La invención no debe considerarse restringida a las realizaciones descritas previamente. Son posibles numerosas adaptaciones y modificaciones dentro del marco de la invención. Por ejemplo, podrían aplicarse múltiples láseres de diferentes frecuencias de pulso, longitud de onda y/u otros parámetros, sobre diferentes áreas de la superficie o bien en etapas consecutivas sobre la misma área o sobre áreas que se solapan dentro de la superficie a tratar. Aunque las superficies que se describen en este documento lo son como implantes de hueso, exactamente las mismas estructuras se pueden usar en otras técnicas de acabado de superficies, en las cuales se aplica a una superficie una capa de agente protector, como una pintura, o bien cuando están pegadas varias partes entre sí, con el fin de aumentar mucho la adherencia del pegamento a la superficie en cuestión.

35 Por ejemplo, en aeronáutica, piezas del fuselaje y/o de las alas se pueden pegar entre sí de una forma más robusta y duradera cuando se aplican las estructuras superficiales descritas aquí.

40 Asimismo, en la construcción de barcos, por ejemplo pueden pegarse los cascos de forma que las partes del casco que se peguen entre sí se pueden tratar por un método como el descrito previamente. Además, con el fin de aumentar la eficiencia de las células solares fotovoltaicas, una estructura superficial puede ser una ventaja con el fin de aumentar la captura superficial de fotones. De forma alternativa, una superficie obtenida de este modo se puede usar como un elemento resistente o retardador para aplicaciones en las cuales haya fluidos que pasen o resbalen sobre tales superficies, típicamente en vehículos, en navegación de barcos, en elementos que vuelan y en toda clase de deportes.

45



**REIVINDICACIONES**

1. Método para producir una estructura de superficie (1b) que comprende las siguientes etapas:
- proporcionar un sustrato (2) que tiene la superficie (1) a tratar;
  - irradiar una parte o zona de la superficie (1) con un haz (13) de un láser ultravioleta pulsado (12) que proyecta una marca (14) sobre la superficie (1), de modo que la densidad de energía por pulso varía de 0,003 a 0,5 microjulios por micrómetro cuadrado;
  - mover la marca (14) sobre la superficie (1) a tratar;
  - repetir la irradiación un cierto número de veces;
- 5
- 10 caracterizado porque el láser UV pulsado (12) tiene una longitud de pulso de 5 a 10 picosegundos y una frecuencia de pulso de 200 a 300 kilohercios.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la marca (14) se mueve sobre la superficie (1) a una velocidad de 10 a 100 mm por segundo.
3. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la longitud de onda del láser (12) es de 200 a 1100 nanómetros.
- 15 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que el sustrato (2) comprende al menos un componente escogido en el grupo que consiste en metales, no metales, silicio, cerámicas, compuestos metálicos, compuestos de no metales, compuestos que contienen carbono o aleaciones.
- 20 5. Método según la reivindicación 4, en el que la cerámica comprende un componente escogido en el grupo formado por: carburo de silicio, nitruro de silicio, carburos de metales, nitruros de metales, nitruros de no metales, carburos de no metales, carbono, óxidos metálicos u óxidos de no metales.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la marca de irradiación (14) se mueve sobre la superficie (1) del sustrato (2) según un patrón tal que la estructura (1b) de la superficie (1) varía a lo largo de la superficie.

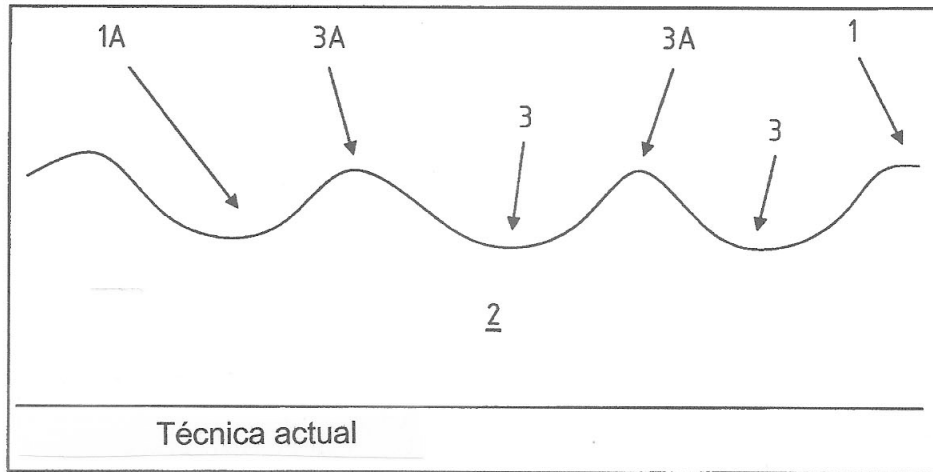
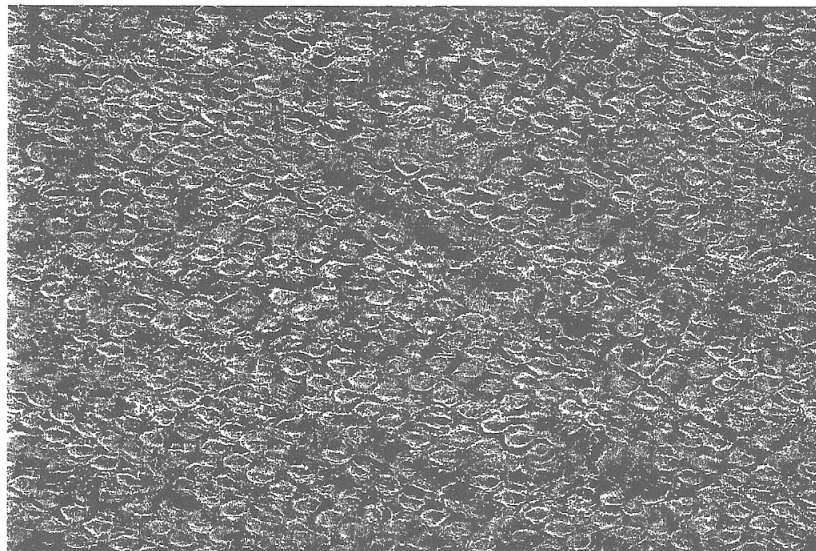


FIG.1



100µm

FIG.2

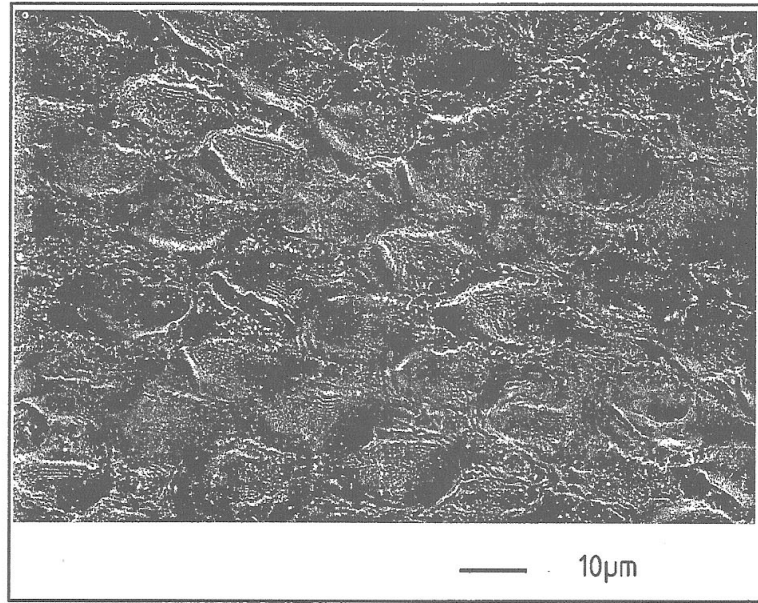


FIG.3

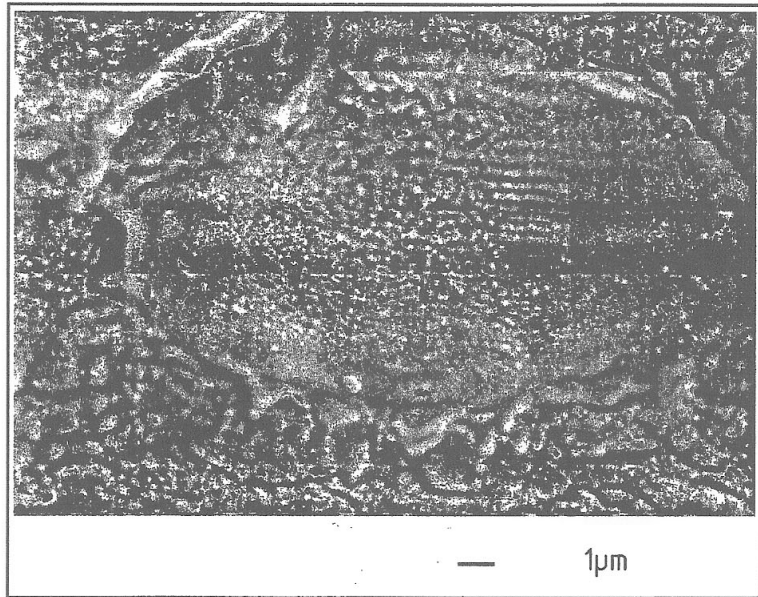


FIG.4

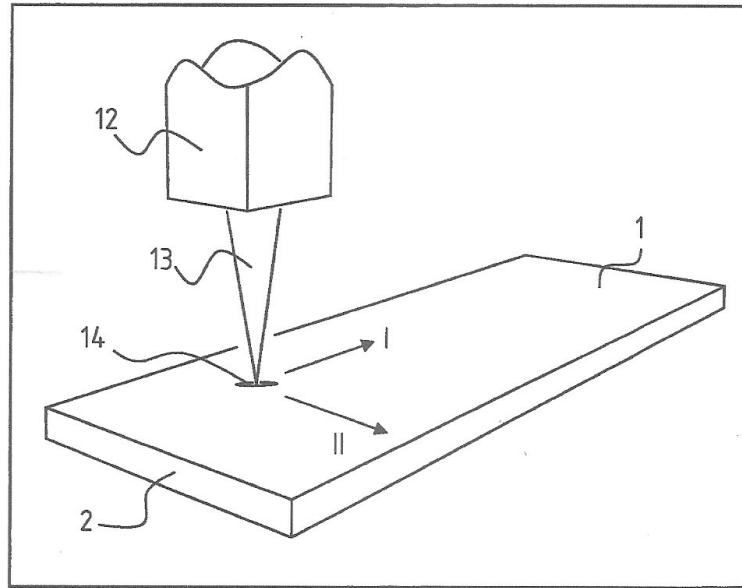


FIG. 5

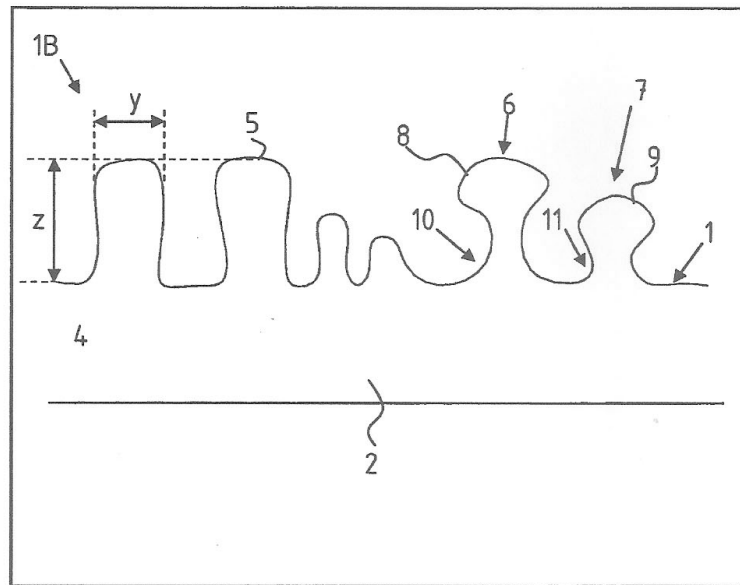


FIG. 6

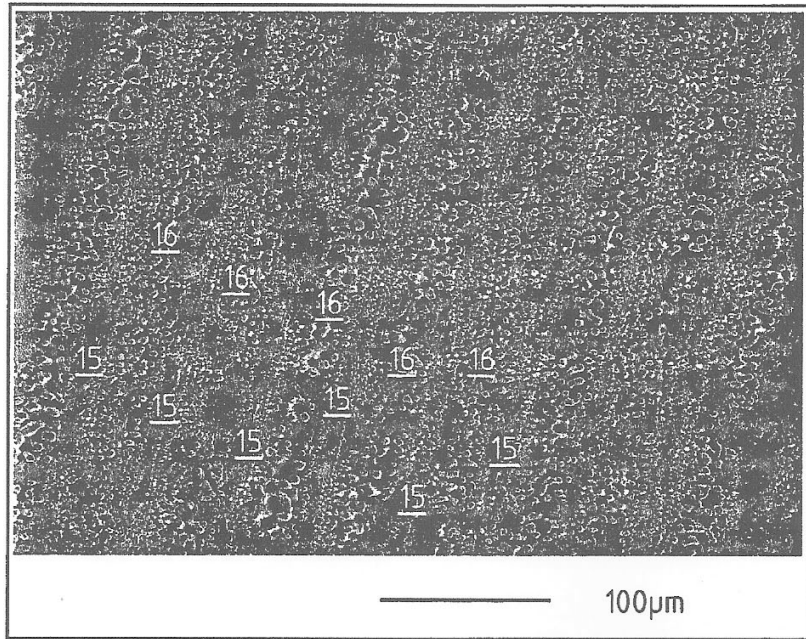


FIG. 7

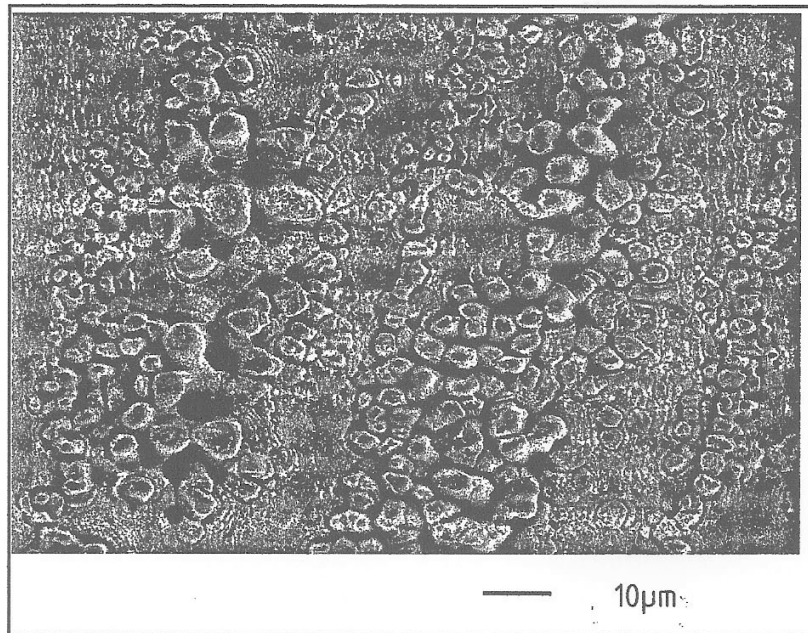


FIG. 8

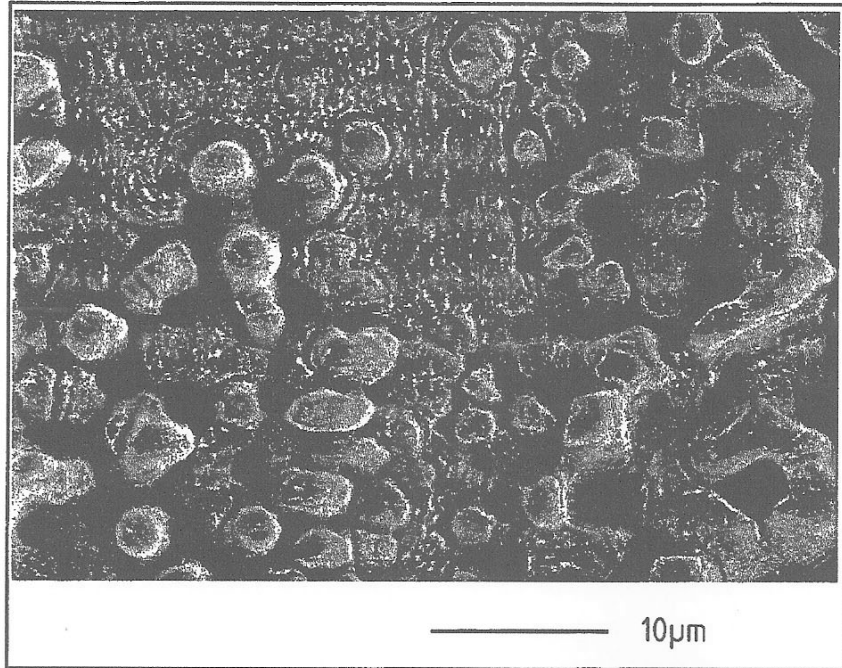


FIG.9

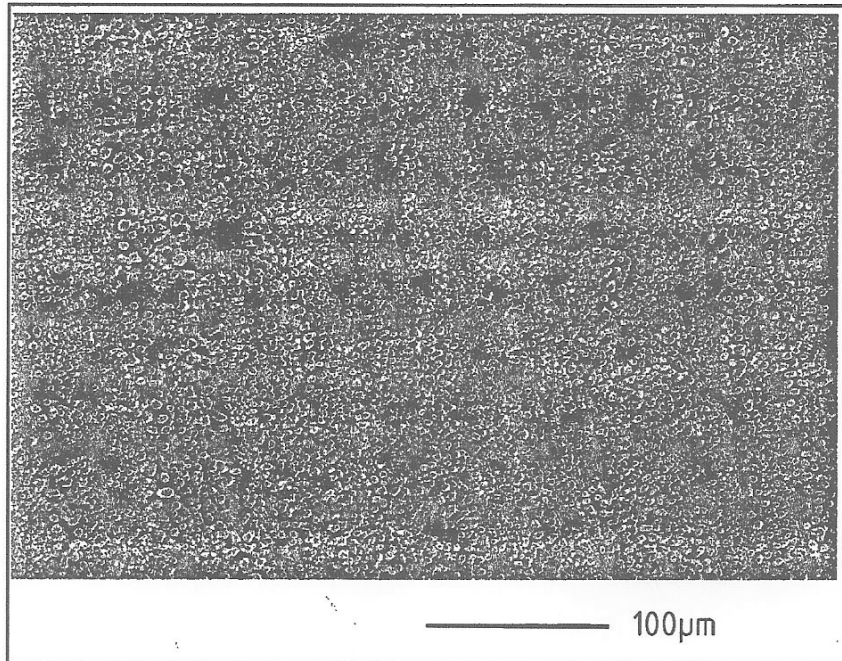


FIG.10

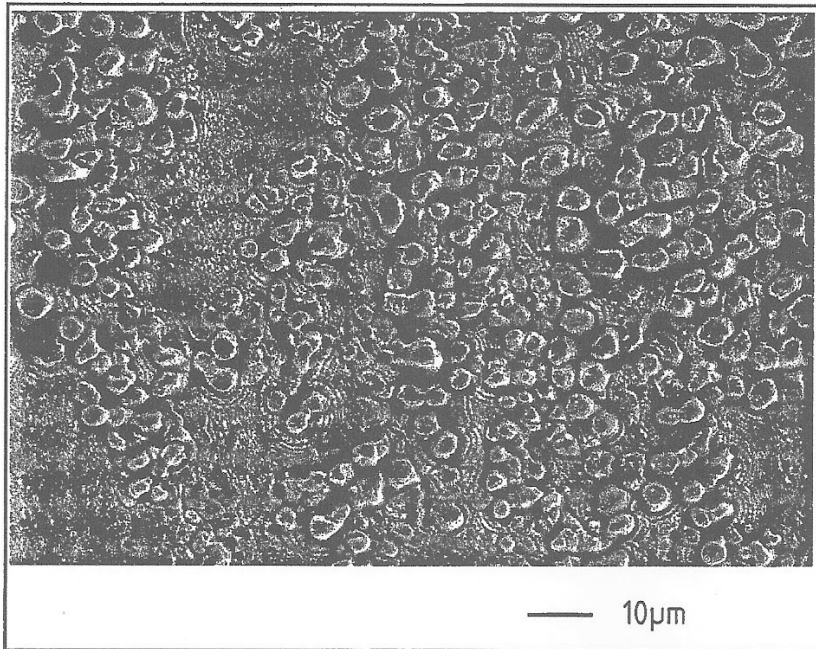


FIG.11

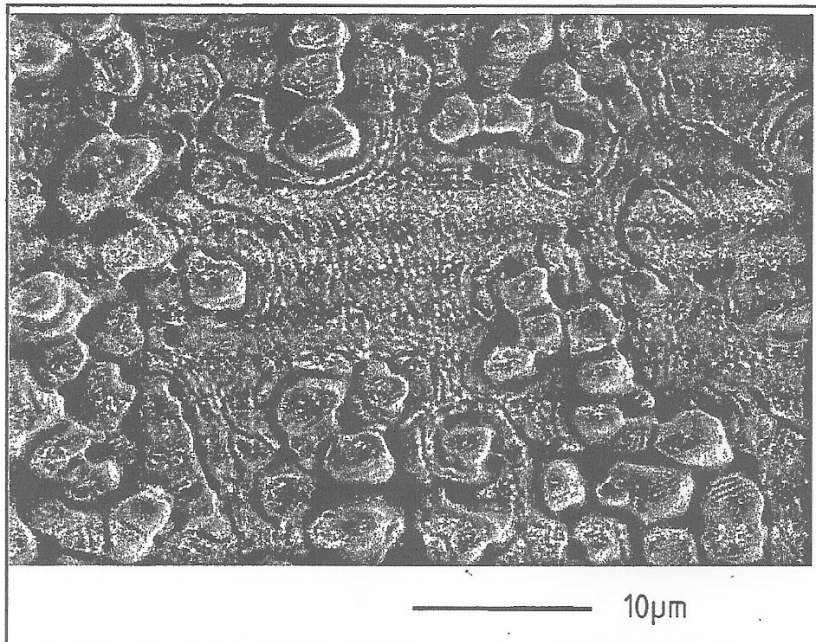


FIG.12



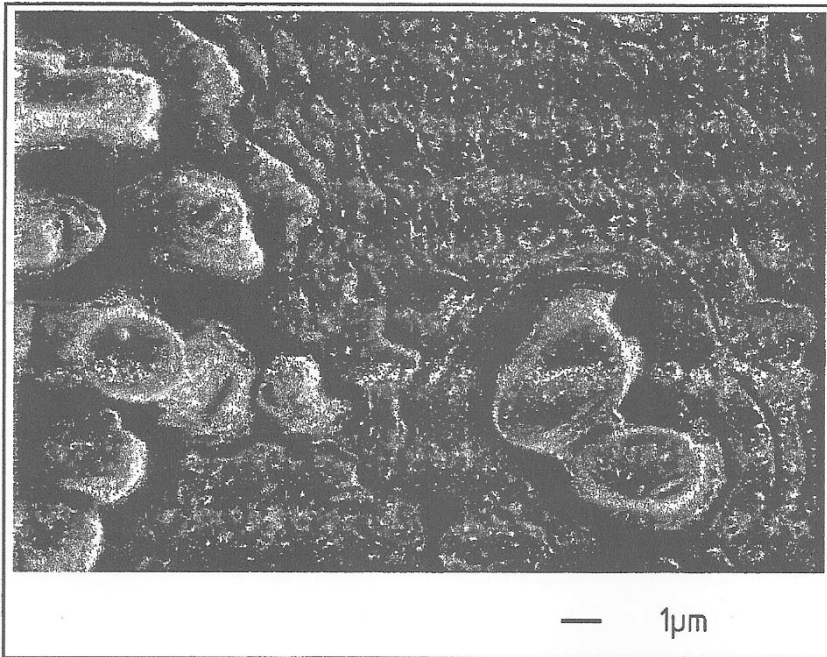


FIG.13

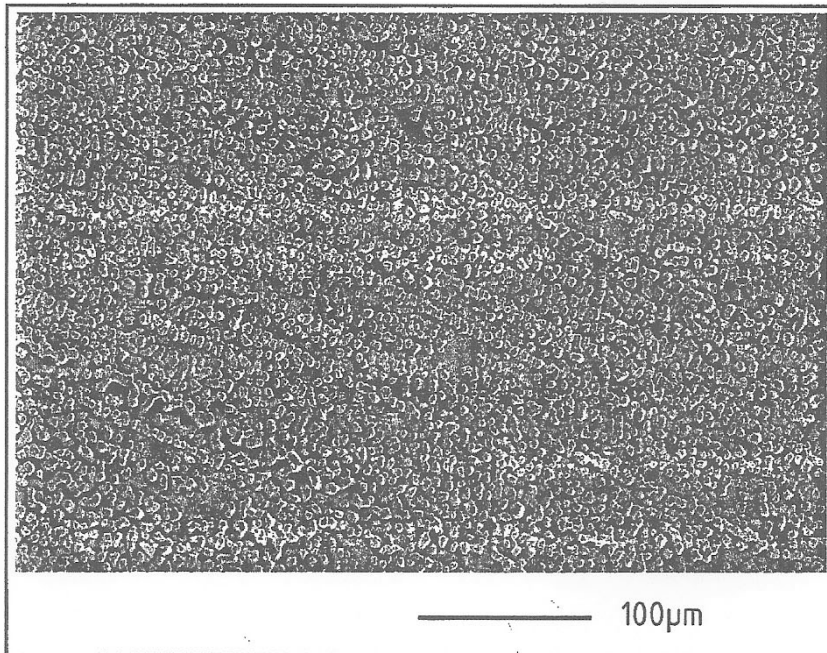


FIG.14



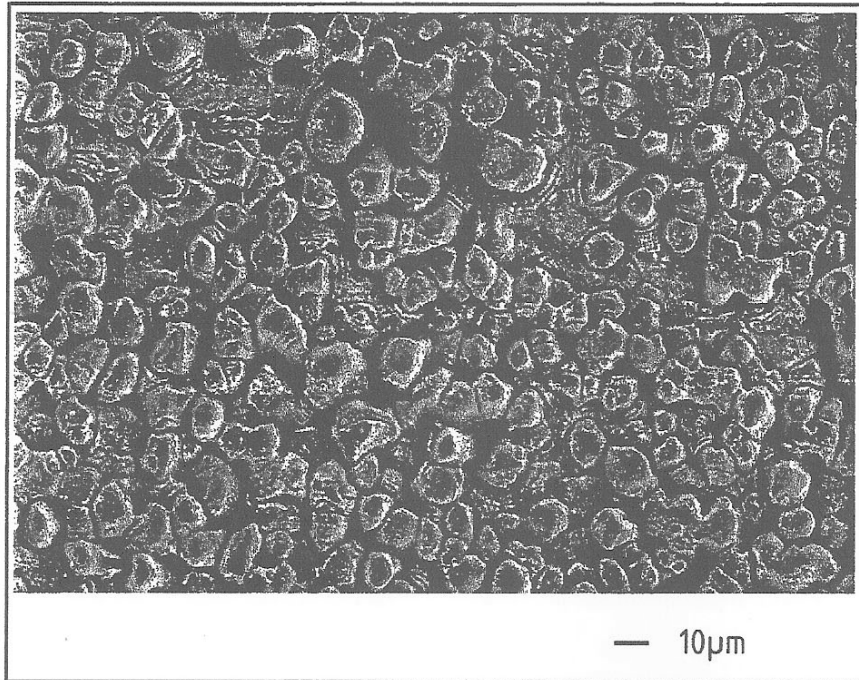


FIG.15

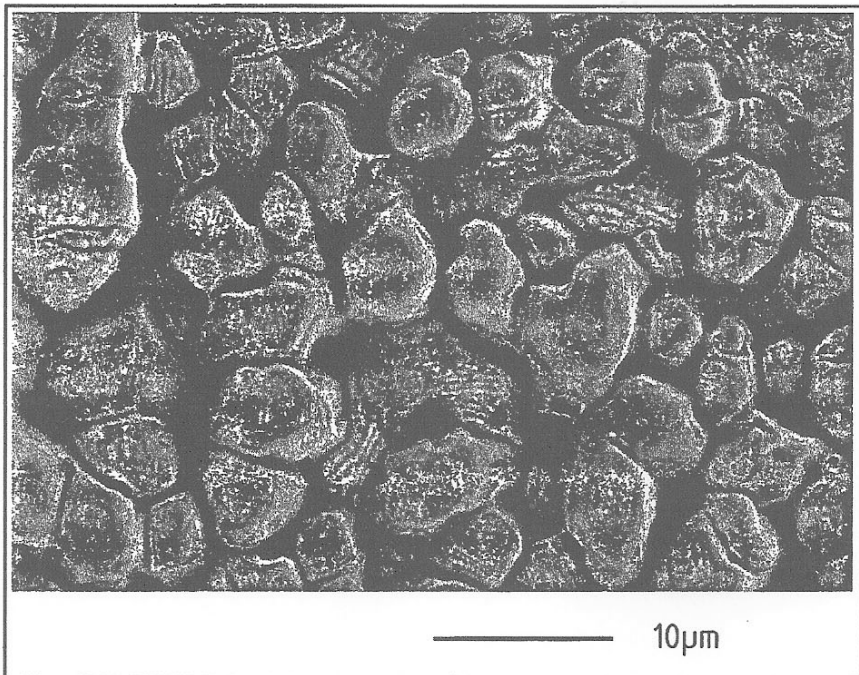


FIG.16

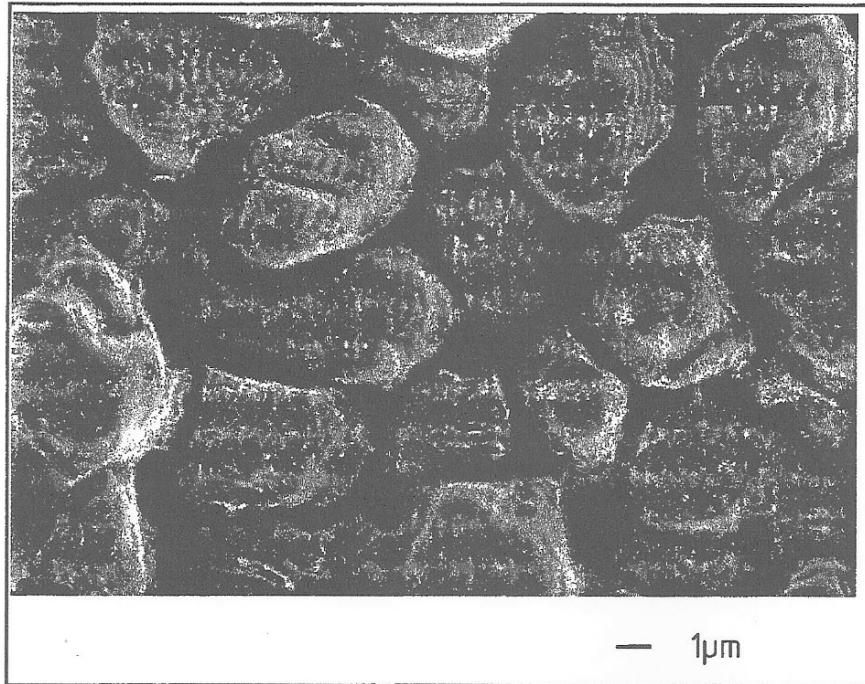


FIG.17

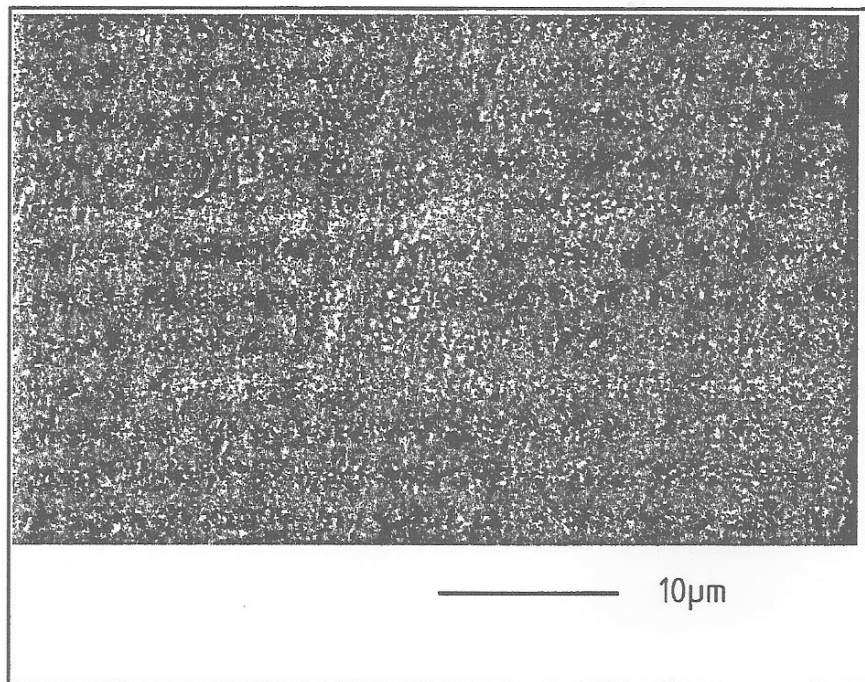


FIG.18

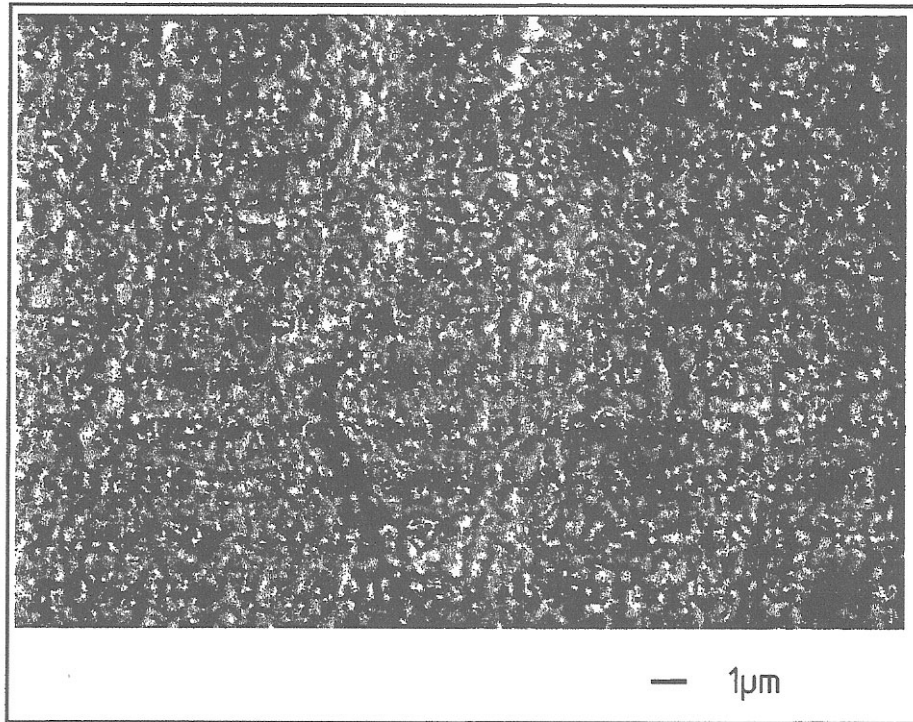


FIG.19