

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 729**

51 Int. Cl.:

**G06F 3/045** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2008 E 08253978 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2071439**

54 Título: **Panel táctil y dispositivo de visualización que usa el mismo**

30 Prioridad:

**14.12.2007 CN 200710125115**

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

**04.11.2016**

73 Titular/es:

**HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.  
(50.0%)  
66 Chung Shan Road  
Tu-cheng City, Taipei Hsien, TW y  
TSING HUA UNIVERSITY (50.0%)**

72 Inventor/es:

**JIANG, KAI-LI;  
LIU, LIANG y  
FAN, SHOU-SHAN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 588 729 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

Panel táctil y dispositivo de visualización que usa el mismo

### 1. Campo técnico

5 La presente descripción se refiere a paneles táctiles y, en concreto, a un panel táctil a base de nanotubos de carbono y un dispositivo de visualización que usa el mismo.

### 2. Análisis de la técnica relacionada

10 Siguiendo el progreso en los últimos años de diversos aparatos electrónicos, tales como teléfonos móviles, sistemas de navegación para coches y similares, hacia un alto rendimiento y diversificación, ha habido un crecimiento continuo en el número de aparatos electrónicos que están equipados con paneles táctiles ópticamente transparentes en la parte delantera de sus dispositivos de visualización respectivos (por ejemplo, paneles de cristal líquido). Un usuario de cualquiera de tales aparatos electrónicos acciona el mismo al presionar o tocar el panel táctil con un dedo, un lápiz, una pluma u otra herramienta similar al tiempo que se observa visualmente el dispositivo de visualización a través del panel táctil. Por lo tanto, existe una demanda de paneles táctiles que proporcionen una visibilidad superior y un funcionamiento fiable.

15 Hasta la fecha se han desarrollado diferentes tipos de paneles táctiles, incluyendo resistivos, capacitivos, de infrarrojos, y del tipo de ondas acústicas superficiales. Debido a su mayor precisión y bajo coste de producción, los paneles táctiles de tipo resistivo se han usado ampliamente.

20 Un panel táctil de tipo resistivo de la técnica relacionada incluye un sustrato superior, un sustrato inferior y una pluralidad de separadores de punto. El sustrato superior incluye una capa conductora superior ópticamente transparente que está formada sobre una superficie inferior del mismo. El sustrato inferior incluye una capa conductora inferior ópticamente transparente que está formada sobre una superficie superior del mismo, y dos pares de electrodos que están conectados con la capa conductora inferior ópticamente transparente en cuatro bordes a lo largo de las direcciones X e Y, respectivamente. La pluralidad de separadores de punto se forma entre la capa conductora superior ópticamente transparente y la capa conductora inferior ópticamente transparente. El sustrato superior es una película/placa transparente y flexible. El sustrato inferior es una placa transparente y rígida fabricada de vidrio. La capa conductora superior ópticamente transparente y la capa conductora inferior ópticamente transparente se forman de óxido de indio y estaño (ITO) conductor. Los dos pares de electrodos están formados por capas de pasta de plata.

30 Un circuito electrónico aplica tensiones por separado a los dos pares de electrodos. Durante el funcionamiento, una superficie superior del sustrato superior se presiona con un dedo, un lápiz o una herramienta similar, y se permite la observación visual de una pantalla en el dispositivo de visualización que se proporciona sobre un lado posterior del panel táctil. Esto da lugar a que se deforme el sustrato superior y, de este modo, la capa conductora superior entra en contacto con la capa conductora inferior en la posición en la que tiene lugar la presión. Se cambian las tensiones entre la posición en la que tiene lugar la presión y los electrodos. Por lo tanto, la posición deformada puede ser detectada por el circuito electrónico.

35 No obstante, la capa de ITO (es decir, la capa conductora ópticamente transparente) se forma, en general, por medio de metalización por bombardeo de haces de iones, y el método es relativamente complicado. Además, la capa de ITO tiene una pobre durabilidad/resistencia al desgaste, una baja resistencia química, y una resistencia no uniforme en la totalidad del área del panel. Adicionalmente, la capa de ITO tiene una transparencia relativamente baja en entornos húmedos. La totalidad de los problemas que se han mencionado en lo que antecede de la capa de ITO conducen a un panel táctil con una sensibilidad, una precisión y una luminancia relativamente bajas. Además, se han descrito paneles táctiles que incluyen nanotubos de carbono en los documentos US20060274048 A1 y EP1739692 A1. En el documento US4933660 A se ha descrito un panel táctil que incluye cuatro electrodos que están eléctricamente conectados con una misma capa conductora. Además, en el documento US20070115413 A1 se ha descrito una pantalla de cristal líquido que incluye dos películas de alineación. No obstante, estas referencias anteriores siguen manteniendo problemas.

45 Por lo tanto, lo que se necesita es proporcionar un panel táctil duradero y un dispositivo de visualización que usa el mismo que tengan una sensibilidad, una precisión y una luminancia elevadas para superar las deficiencias que se han mencionado en lo que antecede.

### 50 Compendio

En una realización, un panel táctil se proporciona tal como se define mediante la reivindicación 1 adjunta. En otra realización, un dispositivo de visualización que comprende el panel táctil descrito se proporciona tal como se define mediante la reivindicación 13 adjunta.

55 Otras ventajas y características novedosas del presente panel táctil y el dispositivo de visualización que usa el mismo se volverán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las presentes realizaciones

cuando se tomen junto con los dibujos adjuntos.

**Breve descripción de los dibujos**

5 Muchos aspectos del presente panel táctil y el dispositivo de visualización que usa el mismo se pueden entender mejor con referencia a los siguientes dibujos. Los componentes en los dibujos no están necesariamente a escala, estando puesto el énfasis, en su lugar, en ilustrar con claridad los principios del presente panel táctil y el dispositivo de visualización que usa el mismo.

La figura 1 es una vista esquemática de un panel táctil parcialmente montado de acuerdo con una presente realización.

La figura 2 es una vista en sección transversal del panel táctil de la figura 1.

10 La figura 3 muestra una imagen por Microscopio Electrónico de Barrido (SEM, *Scanning Electron Microscope*) de una película de nanotubos de carbono estirada que se usa en el panel táctil de la figura 1.

La figura 4 es una vista esquemática estructural de un segmento de nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono estirada de la figura 3.

15 La figura 5 muestra una imagen por Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) de una película de nanotubos de carbono floculada que se usa en el panel táctil de la figura 1.

La figura 6 es una imagen por Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) de una película de nanotubos de carbono comprimida que incluye una pluralidad de nanotubos de carbono que están dispuestos en diferentes direcciones, que se usa en el panel táctil de la figura 1.

20 La figura 7 es una imagen por Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) de una película de nanotubos de carbono comprimida que incluye una pluralidad de nanotubos de carbono que están dispuestos en una misma dirección, que se usa en el panel táctil de la figura 1.

La figura 8 es una imagen por Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) de un hilo de nanotubos de carbono no retorcido, que se usa en el panel táctil de la figura 1.

25 La figura 9 es una imagen por Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) de un hilo de nanotubos de carbono retorcido, que se usa en el panel táctil de la figura 1.

La figura 10 es una vista en sección transversal montada esquemática del panel táctil de la presente realización, que se usa con un elemento de visualización de un dispositivo de visualización.

30 Caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes por la totalidad de las varias vistas. Las ejemplificaciones que se exponen en la presente memoria ilustran al menos una realización del presente panel táctil y el dispositivo de visualización, en al menos una forma, y tales ejemplificaciones no se han de interpretar como limitantes, en modo alguno, del alcance de la invención.

**Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo**

A continuación se hará referencia a los dibujos para describir, en detalle, realizaciones del presente panel táctil y el dispositivo de visualización que usa el mismo.

35 Haciendo referencia a la figura 1 y a la figura 2, un panel táctil 10 incluye una primera placa de electrodo 12, una segunda placa de electrodo 14 y una pluralidad de separadores de punto 16 que están dispuestos entre la primera placa de electrodo 12 y la segunda placa de electrodo 14.

40 La primera placa de electrodo 12 incluye una primera base 120 y una primera capa conductora 122. La primera base 120 incluye una superficie superior y una superficie inferior, cada una de las cuales sustancialmente plana. La primera capa conductora 122 está situada sobre la superficie inferior de la primera base 120.

45 La segunda placa de electrodo 14 incluye una segunda base 140, una segunda capa conductora 142, dos primeros electrodos 144 y dos segundos electrodos 146. La segunda base 140 incluye una superficie superior y una superficie inferior, cada una de las cuales sustancialmente plana. Los dos primeros electrodos 144, los dos segundos electrodos 146 y la segunda capa conductora 142 están situados sobre la superficie superior de la segunda base 140. Los dos primeros electrodos 144 y los dos segundos electrodos 146 están dispuestos sobre unas esquinas o bordes de la segunda capa conductora 142, y están eléctricamente conectados con la segunda capa conductora 142. Una dirección desde uno de los primeros electrodos 144 a través de la segunda capa conductora 142 hasta el otro primer electrodo 144 se define como una primera dirección. Los dos primeros electrodos 144 están eléctricamente conectados con la segunda capa conductora 142. Una dirección desde uno de los segundos electrodos 146 a través de la segunda capa conductora 142 hasta los otros segundos electrodos 146 se define como una segunda dirección. Los dos segundos electrodos 146 están eléctricamente conectados con la segunda capa

conductora 142.

5 La primera dirección es perpendicular con respecto a la segunda dirección (es decir, los dos primeros electrodos 144 son ortogonales con respecto a los dos segundos electrodos 146). Los dos primeros electrodos 144 están alineados en paralelo con respecto a la segunda dirección, y los dos segundos electrodos 146 están alineados en paralelo con respecto a la primera dirección. Se ha de entender que los primeros electrodos 144 y los segundos electrodos 146 se pueden disponer, respectivamente, o bien sobre la segunda capa conductora 142 o bien sobre la segunda base 140.

10 La primera base 120 es una película o placa transparente y flexible fabricada de polímero, resina, o cualquier otro material flexible adecuado. La segunda base 140 es un tablero transparente fabricado de un material rígido tal como vidrio, diamante, cuarzo, plástico o un material flexible como el de la primera base 120. El material de la primera base 120 puede ser policarbonato (PC), acrílico poli(metacrilato de metilo) (PMMA), poli(tereftalato de etileno) (PET), poliéter polisulfonas (PES), policloruro de polivinilo (PVC), benzociclobutenos (BCB), poliésteres y resinas acrílicas. En la presente realización, la primera base 120 se fabrica de PET, y el espesor de la misma es de aproximadamente 2 milímetros; la segunda base 140 se fabrica de vidrio.

15 Los primeros electrodos 144 y los segundos electrodos 146 se pueden formar mediante capas metálicas, capas de resina conductora, películas de nanotubos de carbono o fabricarse de cualquier otro material adecuado. En la presente realización, el material de los primeros electrodos 144 y los segundos electrodos 146 es pasta de plata.

20 Una capa aislante 18 se proporciona entre la primera y la segunda placas de electrodo 12 y 14. La primera placa de electrodo 12 está situada sobre la capa aislante 18. La primera capa conductora 122 es opuesta a, pero está separada con respecto a, la segunda capa conductora 142. Los separadores de punto 16 están situados sobre la segunda capa conductora 142. Una distancia entre la segunda placa de electrodo 14 y la primera placa de electrodo 12 se encuentra en un intervalo aproximado de 2 a 20 micrómetros. La capa aislante 18 y los separadores de punto 16 se fabrican de, por ejemplo, resina aislante o cualquier otro material aislante adecuado. El aislamiento entre la primera placa de electrodo 12 y la segunda placa de electrodo 14 se proporciona mediante la capa aislante 18 y los separadores de punto 16. Se ha de entender que los separadores de punto 16 son opcionales, en concreto cuando el panel táctil 10 es relativamente pequeño. Estos sirven como soportes, dada la dimensión de la amplitud y la resistencia de la primera placa de electrodo 12.

30 En una realización, una película de protección transparente 126 está dispuesta sobre la superficie superior de la primera placa de electrodo 12. La película de protección transparente 126 puede ser una película que recibe un tratamiento de endurecimiento superficial para proteger la primera placa de electrodo 12 frente a arañazos cuando se encuentra en uso. La película de protección transparente 126 se puede adherir a la superficie superior de la primera placa de electrodo 12 o combinarse con la primera placa de electrodo 12 mediante un método de compresión en caliente. La película de protección transparente 126 puede ser de plástico o de resina. El material de la película de resina puede ser de nitruro de silicio ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), BCB, poliésteres, resinas acrílicas, PET, y cualquier combinación de los mismos. En el presente caso el material de la película de protección transparente 126 es PET.

40 O bien la primera capa conductora 122 o bien la segunda capa conductora 142 puede, respectivamente, incluir una estructura de nanotubos de carbono transparente. La estructura de nanotubos de carbono incluye una pluralidad de nanotubos de carbono, ordenados o de otro modo, y tiene, sustancialmente, un espesor uniforme. En concreto, la estructura de nanotubos de carbono puede incluir una o una pluralidad de capas de nanotubos de carbono transparentes. Se ha de entender que el tamaño del panel táctil 10 no está limitado por el tamaño de las capas de nanotubos de carbono. Cuando el tamaño de las capas de nanotubos de carbono es más pequeño que el tamaño deseado del panel táctil 10, una pluralidad de capas de nanotubos de carbono pueden ser coplanarias, pueden estar dispuestas una junto a otra o estar solapándose para cubrir la totalidad de la superficie de la primera base 120 y la segunda base 140. Por lo tanto, el tamaño del panel táctil 10 se puede establecer según se desee. Se ha de entender que una capa de nanotubos de carbono puede incluir una o una pluralidad de películas de nanotubos de carbono que están apiladas entre sí. Un espesor de la capa de nanotubos de carbono se establece en un intervalo en el que la capa de nanotubos de carbono tiene una transparencia aceptable. En la presente realización, la transmisividad de la luz de la estructura de nanotubos de carbono se encuentra en el intervalo de aproximadamente un 70 % a aproximadamente un 99 %. La estructura de nanotubos de carbono tiene una resistencia aceptable para su uso en el panel táctil. La resistencia de la estructura de nanotubos de carbono se puede encontrar en un intervalo de aproximadamente 500 ohmios por cuadrado a aproximadamente 20000 ohmios por cuadrado. En la presente realización, la resistencia de la estructura de nanotubos de carbono se encuentra en el intervalo de aproximadamente 500 ohmios por cuadrado a aproximadamente 8000 ohmios por cuadrado.

55 La estructura de nanotubos de carbono puede incluir adicionalmente unas estructuras de tipo hilo de nanotubos de carbono. Las estructuras de tipo hilo de nanotubos de carbono se pueden disponer en paralelo, ondularse o cruzarse las unas con las otras en la estructura de nanotubos de carbono. La estructura de tipo hilo de nanotubos de carbono incluye uno o una pluralidad de hilos de nanotubos de carbono paralelos los unos con respecto a los otros o retorcidos los unos con los otros. Cuando los hilos de nanotubos de carbono son paralelos los unos con respecto a los otros, la estructura de tipo hilo de nanotubos de carbono se encuentra en una forma no retorcida. Cuando los

hilos de nanotubos de carbono están retorcidos los unos con los otros, la estructura de tipo hilo de nanotubos de carbono se encuentra en una forma retorcida. El hilo de nanotubos de carbono puede estar retorcido o no retorcido.

5 La estructura de nanotubos de carbono puede incluir tanto películas de nanotubos de carbono como estructuras de tipo hilo de nanotubos de carbono que se solapan las unas con las otras para mejorar la flexibilidad y la tenacidad de la primera capa conductora 122 y la segunda capa conductora 142.

10 La película de nanotubos de carbono está formada por una pluralidad de nanotubos de carbono que están distribuidos de manera uniforme en la misma, ordenados o de otro modo, y tiene un espesor uniforme. La película de nanotubos de carbono puede ser una película ordenada o una película desordenada. La película de nanotubos de carbono ordenada incluye nanotubos de carbono ordenados. La película de nanotubos de carbono desordenada incluye nanotubos de carbono desordenados. El "orden" quiere decir que los nanotubos de carbono están orientados principalmente a lo largo de una misma dirección o varias direcciones determinadas; el "desorden" quiere decir que las direcciones de alineación de los nanotubos de carbono son aleatorias. Por lo tanto, en la película de nanotubos de carbono desordenada, las cantidades de los nanotubos de carbono que están alineados en cada dirección son sustancialmente iguales.

15 Cuando la capa de nanotubos de carbono incluye algunas películas de nanotubos de carbono ordenadas que están apiladas entre sí, las películas de nanotubos de carbono ordenadas se pueden alinear a lo largo de una misma dirección o se pueden alinear a lo largo de diferentes direcciones. Por lo tanto, un ángulo  $\alpha$  entre las direcciones alineadas de los nanotubos de carbono en cada par de películas de nanotubos de carbono adyacentes se encuentra en el intervalo  $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$ .

20 La longitud y la anchura de la película de nanotubos de carbono se pueden establecer de forma arbitraria según se desee. Los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono incluyen nanotubos de carbono de única pared, de doble pared o de múltiples paredes. Los diámetros de los nanotubos de carbono de única pared, los nanotubos de carbono de doble pared y los nanotubos de carbono de múltiples paredes pueden, respectivamente, ser de aproximadamente 0,5 nanómetros a aproximadamente 50 nanómetros, de aproximadamente 1 nanómetros a aproximadamente 50 nanómetros, y de aproximadamente 1,5 nanómetros a 50 nanómetros.

En concreto, la película de nanotubos de carbono puede ser una película de nanotubos de carbono floculada, una película de nanotubos de carbono comprimida o una película de nanotubos de carbono estirada.

30 La película de nanotubos de carbono "floculada" quiere decir que la película de nanotubos de carbono se forma mediante un método de floculación. Haciendo referencia a la figura 5, la película de nanotubos de carbono floculada puede ser una película de nanotubos de carbono independiente e incluye una pluralidad de nanotubos de carbono largos, curvados y desordenados que están enmarañados los unos con los otros. Los nanotubos de carbono adyacentes se combinan y se enmarañan mediante una fuerza de atracción de van der Waals entre los mismos, formando de ese modo una estructura enmarañada y microporosa. Por lo tanto, la película de nanotubos de carbono floculada es flexible. Además, los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono floculada son sustancialmente uniformes. Se entiende que, por lo general, la película de nanotubos de carbono floculada es muy microporosa. Los tamaños de los microporos son menores que 50 micrómetros. Una longitud y una anchura de la película de nanotubos de carbono floculada se pueden establecer de forma arbitraria, según se desee. Debido a que la película de nanotubos de carbono floculada tiene una buena resistencia frente a esfuerzos de tracción, esta se puede conformar para dar casi cualquier forma deseada. En ese sentido, la película de nanotubos de carbono floculada puede tener una estructura plana o curvada. Una longitud de los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono floculada es más grande que aproximadamente 10 micrómetros. Un espesor de la película de nanotubos de carbono floculada es de aproximadamente 0,5 nanómetros a aproximadamente 1 milímetro. Debido a que la película de nanotubos de carbono floculada incluye una pluralidad de nanotubos de carbono sustancialmente uniformes y los microporos, la película de nanotubos de carbono floculada tiene una distribución de resistencias y una transparencia a la luz excelentes.

50 La película de nanotubos de carbono "comprimida" quiere decir que la película de nanotubos de carbono se forma mediante un método de compresión. Haciendo referencia a la figura 6 y a la figura 7, la película de nanotubos de carbono comprimida puede ser una película de nanotubos de carbono independiente. Los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono comprimida están dispuestos de forma isotrópica, dispuestos a lo largo de una misma dirección o dispuestos a lo largo de diferentes direcciones. Los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono comprimida se pueden solapar los unos con los otros. Un ángulo entre una dirección de alineación primaria de los nanotubos de carbono y una base de la película de nanotubos de carbono comprimida es de tal modo que el ángulo es de aproximadamente  $0^\circ$  a aproximadamente  $15^\circ$ . La película de nanotubos de carbono comprimida se puede formar al presionar una disposición de nanotubos de carbono. El ángulo está íntimamente relacionado con la presión que se aplica a la disposición de nanotubos de carbono. Cuanto más grande sea la presión, más pequeño será el ángulo. Los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono comprimida pueden ser paralelos con respecto a la superficie de la película de nanotubos de carbono comprimida cuando el ángulo es  $0^\circ$ . Una longitud y una anchura de la película de nanotubos de carbono comprimida se pueden establecer de forma arbitraria según se desee. Los nanotubos de carbono adyacentes se combinan mediante y son atraídos por una fuerza de atracción de van der Waals, formando de ese modo una estructura independiente. En ese

sentido, la película de nanotubos de carbono comprimida es flexible y tiene una buena resistencia frente a esfuerzos de tracción, y se puede conformar para dar casi cualquier forma deseada. La película de nanotubos de carbono comprimida incluye una pluralidad de microporos. Un diámetro de los microporos es menor que aproximadamente 1 micrómetro. En ese sentido, un área específica de la película de nanotubos de carbono comprimida es extremadamente grande. El espesor de la película de nanotubos de carbono comprimida es de aproximadamente 0,5 nanómetros a aproximadamente 1 milímetro. Debido a que la película de nanotubos de carbono comprimida incluye una pluralidad de nanotubos de carbono sustancialmente uniformes y paralelos y los microporos, la película de nanotubos de carbono comprimida tiene una distribución de resistencias y una transparencia a la luz excelentes.

La película de nanotubos de carbono "estirada" quiere decir que la película de nanotubos de carbono se estira a partir de una disposición de nanotubos de carbono superalineados. La película de nanotubos de carbono estirada es una película de nanotubos de carbono independiente. Haciendo referencia a la figura 3 y a la figura 4, la película de nanotubos de carbono estirada incluye una pluralidad de nanotubos de carbono sucesivos y orientados que están unidos extremo con extremo mediante una fuerza de atracción de van der Waals. En concreto, la película de nanotubos de carbono estirada incluye una pluralidad de segmentos de nanotubos de carbono 143 orientados de forma sucesiva que están unidos extremo con extremo mediante una fuerza de atracción de van der Waals entre los mismos. Cada segmento de nanotubos de carbono 143 incluye una pluralidad de nanotubos de carbono 145 paralelos los unos con respecto a los otros, y combinados mediante una fuerza de atracción de van der Waals entre los mismos. Los segmentos de nanotubos de carbono 143 pueden variar en cuanto a su anchura, espesor, uniformidad y forma. Los nanotubos de carbono 145 en cada segmento de nanotubos de carbono 143 también están orientados a lo largo de una orientación preferida. Un espesor de la película de nanotubos de carbono estirada varía de aproximadamente 0,5 nanómetros a aproximadamente 100 micrómetros. Una anchura de la película de nanotubos de carbono que se está estirando depende del tamaño de la disposición de nanotubos de carbono, y la cantidad de los nanotubos de carbono en la disposición de nanotubos de carbono a partir de la cual se estira la película de nanotubos de carbono estirada. Por lo general, la longitud de la película de nanotubos de carbono estirada puede variar de 1 micrómetro a 100 metros (o más), la anchura de la película de nanotubos de carbono estirada puede variar de 0,5 nanómetros a 10 centímetros. La película de nanotubos de carbono estirada es flexible y tiene una tenacidad relativamente alta debido a la fuerza de atracción de van der Waals entre los nanotubos de carbono. Los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono estirada están dispuestos de manera uniforme y son paralelos con respecto a una superficie de la película de nanotubos de carbono estirada y, por lo tanto, la película de nanotubos de carbono estirada tiene una distribución de resistencias y una transparencia a la luz excelentes. La transmisividad de la luz de una película de nanotubos de carbono estirada única se puede encontrar por encima de un 95 %. La resistencia de una película de nanotubos de carbono estirada única puede ser de aproximadamente 500 ohmios por cuadrado a 8000 ohmios por cuadrado.

En una realización, la segunda capa conductora 142 incluye dos películas de nanotubos de carbono, una a lo largo de la primera dirección y la otra a lo largo de la segunda dirección. La segunda capa conductora 142 está eléctricamente conectada con los dos primeros electrodos 144 y los dos segundos electrodos 146. La primera dirección es perpendicular con respecto a la segunda dirección.

El hilo de nanotubos de carbono no retorcido se forma mediante el tratamiento de la película de nanotubos de carbono estirada con un disolvente orgánico. En concreto, la película de nanotubos de carbono estirada se trata mediante la aplicación del disolvente orgánico a la película de nanotubos de carbono estirada para impregnar la totalidad de la superficie de la película de nanotubos de carbono estirada. Después de ser impregnados por el disolvente orgánico, los nanotubos de carbono adyacentes puestos en paralelo en la película de nanotubos de carbono estirada se agruparán los unos con los otros, debido a la tensión superficial del disolvente orgánico cuando se volatiliza el disolvente orgánico y, por lo tanto, la película de nanotubos de carbono estirada se contraerá hasta dar el hilo de nanotubos de carbono no retorcido. El disolvente orgánico es volátil, tal como etanol, metanol, acetona, dicloroetano, o cloroformo.

Haciendo referencia a la figura 8, el hilo de nanotubos de carbono no retorcido incluye una pluralidad de nanotubos de carbono que están sustancialmente orientados a lo largo de una misma dirección (es decir, una dirección a lo largo de la longitud del hilo de nanotubos de carbono no retorcido). Los nanotubos de carbono son paralelos con respecto al eje del hilo de nanotubos de carbono no retorcido. Los nanotubos de carbono en el hilo de nanotubos de carbono no retorcido están unidos extremo con extremo mediante una fuerza de atracción de van der Waals entre los mismos. Más en concreto, el hilo de nanotubos de carbono no retorcido incluye una pluralidad de segmentos tratados de nanotubos de carbono sucesivos que están unidos extremo con extremo mediante una fuerza de atracción de van der Waals entre los mismos. Cada segmento tratado de nanotubos de carbono incluye una pluralidad de nanotubos de carbono sustancialmente paralelos los unos con respecto a los otros, y combinados mediante una fuerza de atracción de van der Waals entre los mismos. Los segmentos tratados de nanotubos de carbono pueden variar en cuanto a su anchura, espesor, uniformidad y forma. La longitud del hilo de nanotubos de carbono no retorcido se puede establecer de forma arbitraria según se desee. Un diámetro del hilo de nanotubos de carbono no retorcido es de aproximadamente 0,5 nanómetros a aproximadamente 100 micrómetros.

El hilo de nanotubos de carbono retorcido se forma al retorcer una película de nanotubos de carbono mediante el uso de una fuerza mecánica para girar los dos extremos de la película de nanotubos de carbono en direcciones opuestas.

- Haciendo referencia a la figura 9, el hilo de nanotubos de carbono retorcido incluye una pluralidad de nanotubos de carbono que están orientados en torno a una dirección axial del hilo de nanotubos de carbono retorcido. Los nanotubos de carbono están alineados en torno al eje del hilo retorcido de nanotubos de carbono como una hélice. Más en concreto, el hilo de nanotubos de carbono retorcido incluye una pluralidad de nanotubos de carbono sucesivos que están unidos extremo con extremo mediante una fuerza de atracción de van der Waals entre los mismos. La longitud del hilo de nanotubos de carbono se puede establecer de forma arbitraria según se desee. Un diámetro del hilo de nanotubos de carbono retorcido se encuentra en un intervalo aproximado de 0,5 nanómetros a 100 micrómetros.
- Además, el hilo de nanotubos de carbono retorcido se puede tratar con un disolvente orgánico volátil. Después de ser impregnados por el disolvente orgánico, los nanotubos de carbono adyacentes puestos en paralelo en el hilo de nanotubos de carbono retorcido se agruparán los unos con los otros, debido a la tensión superficial del disolvente orgánico cuando se volatiliza el disolvente orgánico. El área superficial específica del hilo de nanotubos de carbono retorcido disminuirá. La densidad y la resistencia del hilo de nanotubos de carbono retorcido aumentarán.
- En una realización, la segunda capa conductora 142 incluye una pluralidad de hilos de nanotubos de carbono que están alineados a lo largo de la primera dirección para conectar con los dos primeros electrodos 144, y una pluralidad de hilos de nanotubos de carbono que están alineados a lo largo de la segunda dirección para conectar con los dos segundos electrodos 146.
- Unos métodos para fabricar las películas de nanotubos de carbono que se han descrito en lo que antecede se describen tal como se indica en lo sucesivo.
- Un método para fabricar la película de nanotubos de carbono estirada que se ha descrito en lo que antecede incluye (a) proporcionar una disposición de nanotubos de carbono, en concreto y proporcionar una disposición de nanotubos de carbono superalineados; y (b) sacar por tracción, de la disposición de nanotubos de carbono, una película de nanotubos de carbono, mediante el uso de una herramienta (por ejemplo, cinta adhesiva, alicates, pinzas, mordaza o una herramienta que permite que se agarren, y que se tire de forma simultánea de, múltiples nanotubos de carbono).
- En la etapa (a), una disposición de nanotubos de carbono superalineados se puede formar mediante las subetapas de: (a1) proporcionar un sustrato sustancialmente plano y liso; (a2) formar una capa de catalizador sobre el sustrato; (a3) recocer el sustrato con la capa de catalizador al aire a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 700 °C a aproximadamente 900 °C durante de aproximadamente 30 a aproximadamente 90 minutos; (a4) calentar el sustrato con la capa de catalizador hasta una temperatura en el intervalo de aproximadamente 500 °C a aproximadamente 740 °C en un horno con un gas de protección en el interior del mismo; y (a5) suministrar un gas de fuente de carbono al horno durante de aproximadamente 5 a aproximadamente 30 minutos y desarrollar la disposición de nanotubos de carbono superalineados sobre el sustrato.
- En la etapa (a1), el sustrato puede ser una oblea de silicio de tipo P, una oblea de silicio de tipo N, o una oblea de silicio con una película de dióxido de silicio sobre la misma. En el presente caso, se usa como el sustrato una oblea de silicio de tipo P de 4 pulgadas (10,16 cm).
- En la etapa (a2), el catalizador se puede fabricar de hierro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), o cualquier aleación de los mismos.
- En la etapa (a4), el gas de protección puede estar constituido por al menos uno de nitrógeno (N<sub>2</sub>), amoníaco (NH<sub>3</sub>) y un gas noble. En la etapa (a5), el gas de fuente de carbono puede ser un gas de hidrocarburo, tal como etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), o cualquier combinación de los mismos.
- La disposición de nanotubos de carbono superalineados puede tener una altura de aproximadamente 50 micrómetros a 5 milímetros. La disposición superalineada incluye una pluralidad de nanotubos de carbono paralelos los unos con respecto a los otros y aproximadamente perpendiculares con respecto al sustrato. Los nanotubos de carbono en la disposición pueden ser nanotubos de carbono de múltiples paredes, nanotubos de carbono de doble pared o nanotubos de carbono de única pared. Los diámetros de los nanotubos de carbono de múltiples paredes son de aproximadamente 1,5 nanómetros a aproximadamente 50 nanómetros. Los diámetros de los nanotubos de carbono de doble pared son de aproximadamente 1 nanómetro a aproximadamente 50 nanómetros. Los diámetros de los nanotubos de carbono de única pared son de aproximadamente 0,5 nanómetros a aproximadamente 50 nanómetros.
- La disposición de nanotubos de carbono superalineados que se forma en las condiciones anteriores se encuentra esencialmente libre de impurezas tales como partículas de catalizador carbonáceas o residuales. Los nanotubos de carbono en la disposición superalineada se compactan mucho los unos con los otros mediante una fuerza de atracción de van der Waals.
- En la etapa (b), la película de nanotubos de carbono se puede formar al (b1) seleccionar uno o más nanotubos de carbono que tienen una anchura previamente determinada de entre la disposición de nanotubos de carbono superalineados; y (b2) tirar de los nanotubos de carbono para formar unos segmentos de nanotubos de carbono que

se unen extremo con extremo a una velocidad uniforme para lograr una película de nanotubos de carbono uniforme.

En la etapa (b1), los segmentos de nanotubos de carbono que tienen una anchura previamente determinada se pueden seleccionar mediante el uso de una herramienta tal como una cinta adhesiva, unas pinzas o una mordaza para entrar en contacto con la disposición superalineada.

- 5 En la etapa (b2), la dirección de tracción es sustancialmente perpendicular con respecto a la dirección de desarrollo de la disposición de nanotubos de carbono superalineados. Cada segmento de nanotubos de carbono incluye una pluralidad de nanotubos de carbono paralelos los unos con respecto a los otros.

Más en concreto, durante el proceso de tracción, a medida que los segmentos de nanotubos de carbono iniciales se sacan por tracción, otros segmentos de nanotubos de carbono también se sacan por tracción extremo con extremo debido a una fuerza de atracción de van der Waals entre extremos de segmentos adyacentes. Este proceso de estirado asegura que se pueda formar una película de nanotubos de carbono sustancialmente continua y uniforme que tiene una anchura previamente determinada. Todos los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono estirada son sustancialmente paralelos con respecto a la dirección de tracción/estirado de la película de nanotubos de carbono estirada, y la película de nanotubos de carbono estirada que se produce de tal forma se puede formar, de manera selectiva, para que tenga una anchura previamente determinada. La película de nanotubos de carbono estirada que se forma mediante el método de tracción/estirado tiene una uniformidad superior del espesor y de la conductividad a lo largo de una película de nanotubos de carbono desordenados típica. Además, el método de tracción/estirado es simple, rápido y adecuado para aplicaciones industriales.

Se hace notar que, debido a que los nanotubos de carbono en la disposición superalineada tienen una alta pureza y una elevada área superficial específica, la película de nanotubos de carbono estirada es de una naturaleza adherente. En ese sentido, la película de nanotubos de carbono se puede adherir directamente a una superficie de la primera base 120, la segunda base 140 y/u otra película de nanotubos de carbono estirada para formar la primera capa conductora 122 y la segunda capa conductora 142. Como alternativa, se pueden aplicar otros medios de unión.

Se ha de entender que una pluralidad de películas de nanotubos de carbono estiradas se pueden adherir a las superficies de la primera base 120 y la segunda base 140 y se pueden apilar las unas sobre las otras para formar capas de nanotubos de carbono. El número de las películas de nanotubos de carbono estiradas y el ángulo entre las direcciones alineadas de dos películas de nanotubos de carbono estiradas adyacentes se pueden establecer según se desee. Cuando las películas de nanotubos de carbono estiradas se adhieren a lo largo de una misma dirección, los nanotubos de carbono en cada capa de nanotubos de carbono están dispuestos a lo largo de la misma dirección. Cuando las películas de nanotubos de carbono estiradas se adhieren a lo largo de diferentes direcciones, un ángulo  $\alpha$  entre las direcciones de alineación de los nanotubos de carbono en cada dos películas de nanotubos de carbono estiradas adyacentes se encuentra en el intervalo  $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$ . El ángulo  $\alpha$  es la diferencia en las dos direcciones de tracción de las películas de nanotubos de carbono estiradas adyacentes. La colocación de las películas de nanotubos de carbono estiradas con un ángulo ayuda a aumentar la resistencia de la estructura de nanotubos de carbono en conjunto y a proporcionar una conductividad igual a lo largo de la primera dirección y la segunda dirección. Tener alineadas las películas de nanotubos de carbono estiradas aumentará la eficiencia de la transmisión. Las películas de nanotubos de carbono estiradas adyacentes se combinan mediante una fuerza de atracción de van der Waals para formar la capa de nanotubos de carbono estable. En la presente realización, dos películas de nanotubos de carbono se adhieren, respectivamente, sobre la primera base 120, una a lo largo de la primera dirección y la otra a lo largo de la segunda dirección para formar la primera capa conductora 122. Dos películas de nanotubos de carbono se adhieren sobre la segunda base 140, una a lo largo de la primera dirección y la otra a lo largo de la segunda dirección para formar la segunda capa conductora 142. La segunda capa conductora 142 está eléctricamente conectada con los dos primeros electrodos 144 y los dos segundos electrodos 146. La primera dirección es perpendicular con respecto a la segunda dirección.

Una vez que la película de nanotubos de carbono estirada se ha adherido a la superficie del sustrato, la película de nanotubos de carbono estirada se puede tratar con un disolvente orgánico. En concreto, la película de nanotubos de carbono estirada se puede tratar mediante la aplicación de un disolvente orgánico a la película de nanotubos de carbono estirada para impregnar la totalidad de la superficie de la película de nanotubos de carbono estirada. El disolvente orgánico es volátil y se puede seleccionar de entre el grupo que consiste en etanol, metanol, acetona, dicloroetano, cloroformo, cualquier mezcla apropiada de los mismos. En la presente realización, el disolvente orgánico es etanol. Después de ser impregnados por el disolvente orgánico, unas cuerdas de nanotubos de carbono serán formadas por nanotubos de carbono adyacentes en la película de nanotubos de carbono estirada, que son capaces de hacer esto, agrupándose los unos con los otros, debido a la tensión superficial del disolvente orgánico cuando se volatiliza el disolvente orgánico. El área en contacto de la película de nanotubos de carbono estirada con el sustrato aumentará y, por lo tanto, la película de nanotubos de carbono estirada se adherirá con más firmeza a la superficie del sustrato. En otro aspecto, debido a la disminución del área superficial específica por medio de agrupamiento, la resistencia mecánica y la tenacidad de la película de nanotubos de carbono estirada se aumentan y el coeficiente de rozamiento de las películas de nanotubos de carbono estiradas se reduce. A nivel macroscópico, la película será una película de nanotubos de carbono estirada aproximadamente uniforme.

60

Un método para fabricar la película de nanotubos de carbono floculada que se ha descrito en lo que antecede incluye (a') proporcionar un material en bruto de nanotubos de carbono; (b') añadir el material en bruto de nanotubos de carbono a un disolvente para conseguir una estructura floculada de nanotubos de carbono; y (c') separar la estructura floculada del disolvente, y conformar/moldear la estructura floculada separada para obtener una película de nanotubos de carbono floculada.

5

En la etapa (a'), el material en bruto de nanotubos de carbono se puede fabricar mediante deposición química en fase de vapor (CVD, *Chemical Vapor Deposition*), Ablación por Láser, o Carga de Arco. Un material en bruto de nanotubos de carbono se raspa de una disposición de nanotubos de carbono, de forma bastante conveniente, una disposición de nanotubos de carbono superalineados. La disposición de nanotubos de carbono superalineados se forma mediante la etapa (a) que se ha descrito en lo que antecede. La disposición de nanotubos de carbono superalineados se raspa del sustrato mediante una cuchilla u otros dispositivos similares para obtener el material en bruto de nanotubos de carbono.

10

En la etapa (b'), el disolvente se puede seleccionar de entre el grupo que consiste en agua y disolvente orgánico volátil. Después de la adición del material en bruto de nanotubos de carbono al disolvente, se ejecuta un proceso de floculación para conseguir la estructura floculada. El proceso de floculación se puede seleccionar de entre el grupo que consiste en dispersión ultrasónica y agitación/vibración de alta resistencia. En la presente realización, la dispersión ultrasónica se usa para flocular el disolvente que contiene los nanotubos de carbono durante aproximadamente 10 ~ 30 minutos. Debido a que los nanotubos de carbono en el disolvente tienen una gran área superficial específica y a que los nanotubos de carbono tienen una gran fuerza de atracción de van der Waals, los nanotubos de carbono floculados forman una estructura enmarañada (es decir, una estructura floculada de nanotubos de carbono).

15

20

En la etapa (c'), el proceso de separar la estructura floculada del disolvente incluye (c'1) verter el disolvente que contiene la estructura floculada a través de un filtro en un embudo; y (c'2) secar la estructura floculada sobre el filtro para obtener la estructura floculada separada de nanotubos de carbono.

25

En la etapa (c'2), un tiempo de secado se puede seleccionar de acuerdo con necesidades prácticas. La estructura floculada de nanotubos de carbono sobre el filtro se agrupa, con el fin de formar una estructura floculada de nanotubos de carbono irregular.

El proceso de conformación/moldeo incluye (c'3) poner la estructura floculada separada sobre la primera base 120 y/o la segunda base 140, y extender la estructura floculada para formar una estructura previamente determinada; (c'4) comprimir la estructura floculada extendida con una cierta presión para dar una forma deseable; y (c'5) secar la estructura floculada extendida para retirar el disolvente residual o volatilizar el disolvente residual para formar una película de nanotubos de carbono floculada.

30

Se ha de entender que el tamaño de la estructura floculada extendida se puede usar para controlar un espesor y una densidad superficial de la película de nanotubos de carbono floculada. En ese sentido, cuanto más grande se haga que se extienda el área de una cantidad dada de la estructura floculada, menores serán el espesor y la densidad de la película de nanotubos de carbono floculada.

35

Los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono floculada que están enmarañados los unos con los otros proporcionan resistencia a la película de nanotubos de carbono. Por lo tanto, la película de nanotubos de carbono floculada es fácil de plegar y/o de doblar para dar unas formas arbitrarias sin rotura. Durante el uso práctico, la película de nanotubos de carbono floculada se puede cortar para dar cualquier forma y tamaño deseados.

40

Un método para fabricar la película de nanotubos de carbono comprimida que se ha descrito en lo que antecede incluye (a'') proporcionar una disposición de nanotubos de carbono; (b'') comprimir la disposición de nanotubos de carbono con un dispositivo de compresión para formar una película de nanotubos de carbono sobre la primera y la segunda bases 120, 140 respectivamente.

45

En la etapa (a''), la disposición de nanotubos de carbono puede ser la disposición de nanotubos de carbono superalineados. La disposición de nanotubos de carbono superalineados se forma mediante la etapa (a) que se ha descrito en lo que antecede.

En la etapa (b''), debido a que la disposición de nanotubos de carbono es de una naturaleza adherente, la primera base 120 y la segunda base 140 se pueden adherir con firmeza a la disposición de nanotubos de carbono. En la presente realización, la película de nanotubos de carbono comprimida se puede formar mediante uno cualquiera de dos métodos.

50

El primer método incluye (b''1) proporcionar un dispositivo de compresión, y comprimir la disposición de nanotubos de carbono para formar una película de nanotubos de carbono comprimida; (b''2) cortar la película de nanotubos de carbono comprimida para dar unos tamaños de la primera base 120 y la segunda base 140; y (b''3) adherir las películas de nanotubos de carbono comprimidas cortadas sobre la primera base 120 y la segunda base 140 respectivamente para formar la primera capa conductora 122 y la segunda capa conductora 142.

55

El segundo método incluye (b"1') colocar la primera base 120 y la segunda base 140 sobre la disposición de nanotubos de carbono; (b"2') proporcionar un dispositivo de compresión, y comprimir la primera base 120 y la segunda base 140 de tal modo que la primera base 120 y la segunda base 140 se comprimen sobre la disposición de nanotubos de carbono para formar una película de nanotubos de carbono comprimida sobre cada una de la primera base 120 y la segunda base 140; y (b"3') recortar la película de nanotubos de carbono en exceso para formar la primera capa conductora 122 sobre la primera base 120 y la segunda capa conductora 142 sobre la segunda base 140.

En la etapa (b"), se puede aplicar una cierta presión a la disposición de nanotubos de carbono mediante el dispositivo de compresión. En el proceso de compresión, los nanotubos de carbono en la disposición de nanotubos de carbono forman la película de nanotubos de carbono comprimida a presión. Casi todos los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono comprimida son paralelos con respecto a una superficie de la película de nanotubos de carbono comprimida. En la etapa (b"1), en el proceso de compresión, los nanotubos de carbono se inclinan, formando de ese modo una película de nanotubos de carbono comprimida que tiene una estructura independiente sobre la base sobre la que se forma inicialmente la disposición de nanotubos de carbono. Casi todos los nanotubos de carbono en la estructura independiente son paralelos con respecto a una superficie principal de la película de nanotubos de carbono comprimida, y están dispuestos de forma isotrópica, o dispuestos a lo largo de una misma dirección o dispuestos a lo largo de diferentes direcciones. En la etapa (b"2'), la película de nanotubos de carbono comprimida, a una cierta presión, se separa de la base en desarrollo sobre la que se forma inicialmente la disposición de nanotubos de carbono, y se adhiere sobre la primera base y la segunda base respectivamente debido a las propiedades adhesivas de los nanotubos de carbono.

El dispositivo de compresión puede ser un cabezal de presión. El cabezal de presión tiene una superficie lisa. Se ha de entender que la forma del cabezal de presión y la dirección de compresión pueden determinar la dirección de los nanotubos de carbono que están dispuestos en la película de nanotubos de carbono comprimida. En concreto, cuando se usa un cabezal de presión plano para presionar la disposición de nanotubos de carbono a lo largo de una dirección perpendicular con respecto a la base aplicable, se puede obtener una película de nanotubos de carbono comprimida que tiene una pluralidad de nanotubos de carbono que están dispuestos de forma isotrópica. Haciendo referencia a la figura 4, cuando se usa un cabezal de presión con forma de rodillo para desplazarse a través de y presionar la disposición de nanotubos de carbono a lo largo de una única dirección previamente determinada, se obtiene una película de nanotubos de carbono comprimida que tiene una pluralidad de nanotubos de carbono que están alineados a lo largo de una dirección general. Haciendo referencia a la figura 5, cuando se usa un cabezal de presión con forma de rodillo para desplazarse a través de y presionar la disposición de nanotubos de carbono a lo largo de diferentes direcciones, se obtiene una película de nanotubos de carbono comprimida que tiene una pluralidad de nanotubos de carbono que están alineados a lo largo de diferentes direcciones correspondientes.

En el proceso de compresión, los nanotubos de carbono caerán, formando de ese modo una película de nanotubos de carbono comprimida que tiene una estructura independiente con nanotubos de carbono inclinados. Casi todos los nanotubos de carbono en la estructura independiente son paralelos con respecto a una superficie de la película de nanotubos de carbono comprimida, y están dispuestos de forma isotrópica, dispuestos a lo largo de una misma dirección, o dispuestos a lo largo de diferentes direcciones.

El panel táctil 10 puede incluir adicionalmente una capa de blindaje (que no se muestra) que está dispuesta sobre la superficie inferior de la segunda base 140. El material de la capa de blindaje puede ser de óxido de indio y estaño, óxido de antimonio y estaño, películas de níquel-oro, películas de resina conductora, películas de nanotubos de carbono u otras películas flexibles y conductoras. En la presente realización, la capa de blindaje es una película de nanotubos de carbono. La película de nanotubos de carbono incluye una pluralidad de nanotubos de carbono, y la alineación de los nanotubos de carbono en la misma se puede establecer según se desee. Los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono de la capa de blindaje están dispuestos a lo largo de una misma dirección. La película de nanotubos de carbono está conectada con la masa y desempeña un papel de blindaje y, por lo tanto, posibilita que el panel táctil 10 funcione sin interferencia (por ejemplo, interferencia electromagnética). La película de nanotubos de carbono puede ser la película de nanotubos de carbono estirada, la película de nanotubos de carbono floculada, o la película de nanotubos de carbono comprimida.

Haciendo referencia a la figura 10, un dispositivo de visualización 100 incluye el panel táctil 10, un elemento de visualización 20, un primer controlador 30, una unidad de procesamiento central (CPU, *central processing unit*) 40 y un segundo controlador 50. El panel táctil 10 es opuesto y adyacente al elemento de visualización 20 y está conectado con el primer controlador 30 mediante un circuito externo. El panel táctil 10 se puede separar a una distancia con respecto al elemento de visualización 20 o se puede instalar directamente sobre el elemento de visualización 20. El primer controlador 30, la CPU 40 y el segundo controlador 50 están eléctricamente conectados. El elemento de visualización 20 está eléctricamente conectado con el segundo controlador. En ese sentido, la CPU 40 está conectada con el segundo controlador 50 para controlar el elemento de visualización 20.

El elemento de visualización 20 se puede seleccionar de entre un grupo que consiste en pantalla de cristal líquido, pantalla de emisión de campo, pantalla de plasma, pantalla electroluminescente, pantalla fluorescente de vacío, tubo de rayos catódicos, y otro dispositivo de visualización.

Quando el panel táctil 10 incluye una capa de blindaje 22, una capa de pasivación 24 se puede disponer sobre una superficie de la capa de blindaje 22, que está orientada de espaldas a la segunda base 140. El material de la capa de pasivación 24 se puede seleccionar de entre un grupo que consiste en nitruro de silicio, dióxido de silicio, benzociclobutenos, poliésteres, resinas acrílicas, poli(tereftalato de etileno), y cualquier combinación de los mismos.

5 La capa de pasivación 24 se puede separar a una cierta distancia con respecto al elemento de visualización 20 o se puede instalar directamente sobre el elemento de visualización 20. Cuando la capa de pasivación 24 está separada a una distancia con respecto al elemento de visualización 20, se pueden usar dos o más separadores. Por lo tanto, se proporciona una separación 26 entre la capa de pasivación 24 y el elemento de visualización 20. El material de la capa de pasivación 24 puede, por ejemplo, ser de nitruro de silicio o de dióxido de silicio. La capa de pasivación 24 protege la capa de blindaje 22 frente a daño químico (por ejemplo, la humedad del entorno circundante) o daño mecánico (por ejemplo, arañazos durante la fabricación del panel táctil).

Durante el funcionamiento, se aplica, de forma respectiva y alternante, una tensión de 5 V a los dos primeros electrodos 144 y a los dos segundos electrodos 146 de la segunda placa de electrodo 14. Un usuario acciona la pantalla al presionar la primera placa de electrodo 12 del panel táctil 10 con un dedo, un lápiz 60, o similares al tiempo que se observa visualmente el elemento de visualización 20 a través del panel táctil. Esta compresión da lugar a una deformación 70 de la primera placa de electrodo 12. La deformación 70 de la primera placa de electrodo 12 da lugar a una conexión entre la primera capa conductora 122 y la segunda capa de conducción 142 de la segunda placa de electrodo 14. El cambio en la tensión a lo largo de la primera dirección entre el punto de compresión y el primer electrodo 144, y el cambio en la tensión a lo largo de la segunda dirección entre el punto de compresión y el segundo electrodo 146 tienen lugar, y pueden ser detectados por el primer controlador 30. Entonces, el primer controlador 30 transforma los cambios en tensiones en unas coordenadas del punto de compresión y envías las coordenadas del mismo a la CPU 40. Entonces, la CPU 40 emite instrucciones de acuerdo con las coordenadas del punto de compresión y controla la pantalla del elemento de visualización 20 mediante el segundo controlador 30.

25 Las propiedades de los nanotubos de carbono proporcionan una tenacidad superior, una elevada resistencia mecánica y una conductividad uniforme a la película de nanotubos de carbono y la estructura de nanotubos de carbono. Por lo tanto, el panel táctil y el dispositivo de visualización que usa el mismo que adoptan la estructura de nanotubos de carbono son duraderos y muy fiables. La película de nanotubos de carbono estirada incluye una pluralidad de nanotubos de carbono orientados de forma sucesiva que están unidos extremo con extremo mediante una fuerza de atracción de van der Waals entre los mismos. En ese sentido, la película de nanotubos de carbono es flexible y adecuada para su uso como la capa conductora en el panel táctil. Cuando las bases flexibles se usan en el panel táctil, se puede obtener el panel táctil flexible y, por lo tanto, este se puede aplicar a un elemento de visualización flexible. Además, el método de tracción para fabricar cada película de nanotubos de carbono es simple y la película de nanotubos de carbono adhesiva se puede disponer directamente sobre el sustrato. En ese sentido, el método para fabricar la película de nanotubos de carbono es adecuado para la producción en masa de paneles táctiles y de dispositivos de visualización que usan los mismos y reduce los costes de los mismos. Además, la película de nanotubos de carbono tiene una transparencia elevada, promoviendo de ese modo una luminancia mejorada del panel táctil y los dispositivos de visualización que usan los mismos. Adicionalmente, debido a que los nanotubos de carbono tienen unas excelentes propiedades de conductividad eléctrica, la estructura de nanotubos de carbono que está formada por una pluralidad de nanotubos de carbono tiene una distribución de resistencias uniforme. Por lo tanto, el panel táctil y el dispositivo de visualización que adoptan la capa de nanotubos de carbono tienen una sensibilidad y una precisión mejoradas.

Las características de la realización se pueden combinar libremente.

## REIVINDICACIONES

1. Un panel táctil (10) que comprende:

una primera placa de electrodo (12) que comprende una primera base (120) y una primera capa conductora (122) que está dispuesta sobre una superficie de la primera base (120);

5 una segunda placa de electrodo (14) separada de la primera placa de electrodo (12), y que comprende una segunda base (140), una segunda capa conductora (142) que está dispuesta sobre una superficie de la segunda base (140) y que está orientada hacia la primera capa conductora (122), dos primeros electrodos (144) y dos segundos electrodos (146), estando conectados los dos primeros electrodos (144) y los dos segundos electrodos (146) con la segunda capa conductora (142), en donde

10 la primera capa conductora (122) comprende una estructura de nanotubos de carbono, y la estructura de nanotubos de carbono comprende una pluralidad de nanotubos de carbono, los dos primeros electrodos (144) y los dos segundos electrodos (146) están situados por separado en extremos opuestos de la segunda capa conductora (142), una dirección desde uno de los dos primeros electrodos (144) a través de la segunda capa conductora (142) hasta el otro de los dos primeros electrodos (144) se define como una primera dirección, una dirección desde uno de los dos segundos electrodos (146) a través de la segunda capa conductora (142) hasta el otro de los dos segundos electrodos (146) se define como una segunda dirección y es diferente de la primera dirección,

estando el panel táctil caracterizado por que la segunda capa conductora (142) comprende:

20 una primera película de nanotubos de carbono; y  
una segunda película de nanotubos de carbono apilada con la primera película de nanotubos de carbono; en donde la primera película de nanotubos de carbono comprende una pluralidad de primeros nanotubos de carbono, la segunda película de nanotubos de carbono comprende una pluralidad de segundos nanotubos de carbono, la pluralidad de primeros nanotubos de carbono están dispuestos a lo largo de la primera dirección, y la pluralidad de segundos nanotubos de carbono están dispuestos a lo largo de la segunda dirección.

25 2. El panel táctil (10) según la reivindicación 1, en donde la estructura de nanotubos de carbono de la primera capa conductora comprende una pluralidad de nanotubos de carbono desordenados que están enmarañados los unos con los otros o dispuestos de forma isotrópica.

30 3. El panel táctil (10) según la reivindicación 1, en donde la estructura de nanotubos de carbono de la primera capa conductora comprende una pluralidad de nanotubos de carbono ordenados que están distribuidos de manera uniforme en la misma, y los nanotubos de carbono ordenados están orientados principalmente a lo largo de una misma dirección o a lo largo de varias direcciones.

35 4. El panel táctil (10) según la reivindicación 1 o 3, en donde la estructura de nanotubos de carbono de la primera capa conductora comprende al menos una película de nanotubos de carbono, al menos un hilo de nanotubos de carbono o una combinación de los mismos, la película de nanotubos de carbono o el hilo de nanotubos de carbono se estira a partir de una disposición de nanotubos de carbono, y la película de nanotubos de carbono o el hilo de nanotubos de carbono comprende adicionalmente una pluralidad de nanotubos de carbono sucesivos que están unidos extremo con extremo mediante una fuerza de atracción de van der Waals entre los mismos, y los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono o el hilo de nanotubos de carbono están alineados principalmente a lo largo de una misma dirección.

40 5. El panel táctil (10) según la reivindicación 4, en donde la estructura de nanotubos de carbono de la primera capa conductora comprende al menos dos capas de las películas de nanotubos de carbono que están apiladas entre sí.

45 6. El panel táctil (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, en donde un espesor de cada una de la primera película de nanotubos de carbono y la segunda película de nanotubos de carbono varía de aproximadamente 0,5 nanómetros a aproximadamente 100 micrómetros, y un diámetro del hilo de nanotubos de carbono varía de aproximadamente 0,5 nanómetros a aproximadamente 100 micrómetros.

7. El panel táctil (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la transmisividad de la luz de cada una de la estructura de nanotubos de carbono de la primera capa conductora, la primera película de nanotubos de carbono y la segunda película de nanotubos de carbono se encuentra en el intervalo de aproximadamente un 70 % a aproximadamente un 99 %.

50 8. El panel táctil (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la resistencia de cada una de la estructura de nanotubos de carbono de la primera capa conductora, la primera película de nanotubos de carbono y la segunda película de nanotubos de carbono se encuentra en un intervalo de aproximadamente 500 ohmios por cuadrado a aproximadamente 20000 ohmios por cuadrado.

55 9. El panel táctil (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la primera dirección es perpendicular con respecto a la segunda dirección.

10. El panel táctil (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la estructura de nanotubos de

carbono de la primera capa conductora comprende al menos dos películas de nanotubos de carbono, los nanotubos de carbono en una de las dos películas de nanotubos de carbono están orientados a lo largo de la primera dirección, y los nanotubos de carbono en la otra de las dos películas de nanotubos de carbono están orientados a lo largo de la segunda dirección.

- 5 11. El panel táctil (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la estructura de nanotubos de carbono de la primera capa conductora comprende una pluralidad de hilos de nanotubos de carbono, y algunos de la pluralidad de hilos de nanotubos de carbono están alineados a lo largo de la primera dirección, y el otro de la pluralidad de hilos de nanotubos de carbono están alineados a lo largo de la segunda dirección.
- 10 12. El panel táctil (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende adicionalmente una capa aislante (18) que está situada entre la primera y la segunda placas de electrodo (12, 14), y la capa aislante (18) separa la primera placa de electrodo (12) de la segunda placa de electrodo (14).
13. Un dispositivo de visualización (100) que comprende:
- 15 un panel táctil (10) según la reivindicación 1; y  
un elemento de visualización (20) que está situado adyacente a la segunda placa de electrodo (14) del panel táctil (10).
14. El dispositivo de visualización según la reivindicación 13, en donde el panel táctil (10) está separado una distancia con respecto al elemento de visualización (20) o el panel táctil (10) está situado sobre el elemento de visualización (20).
- 20 15. El panel táctil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde la pluralidad de primeros nanotubos de carbono son paralelos con respecto a una superficie de la primera película de nanotubos de carbono, la pluralidad de segundos nanotubos de carbono son paralelos con respecto a una superficie de la segunda película de nanotubos de carbono, la pluralidad de primeros nanotubos de carbono son sucesivos y están unidos extremo con extremo mediante una fuerza de atracción de van der Waals entre los mismos, la pluralidad de segundos nanotubos de carbono son sucesivos y están unidos extremo con extremo mediante una fuerza de atracción de van der Waals
- 25 entre los mismos.

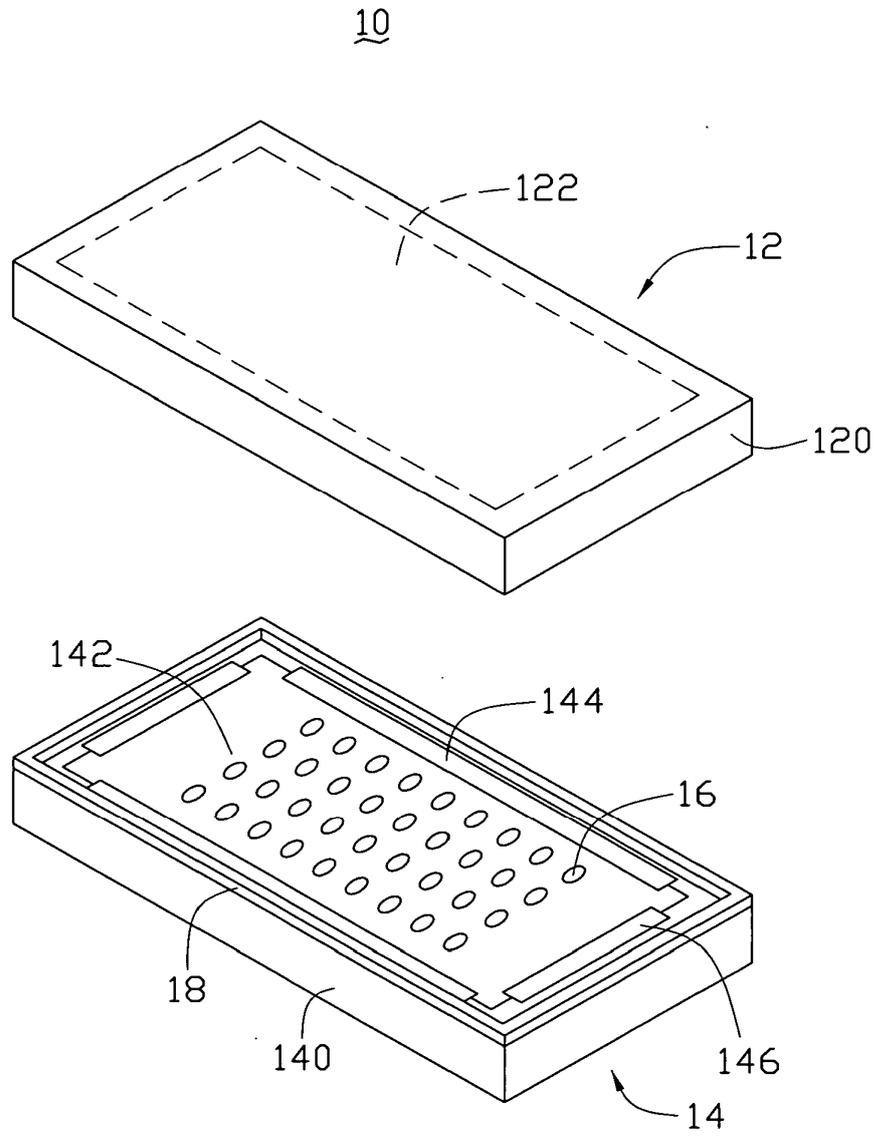


FIG. 1

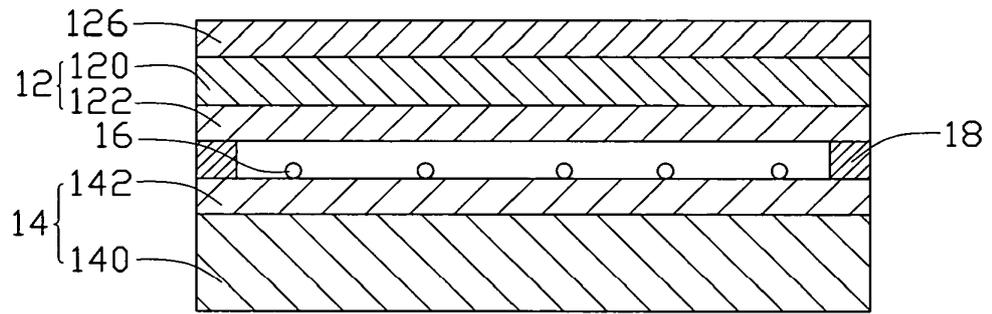


FIG. 2

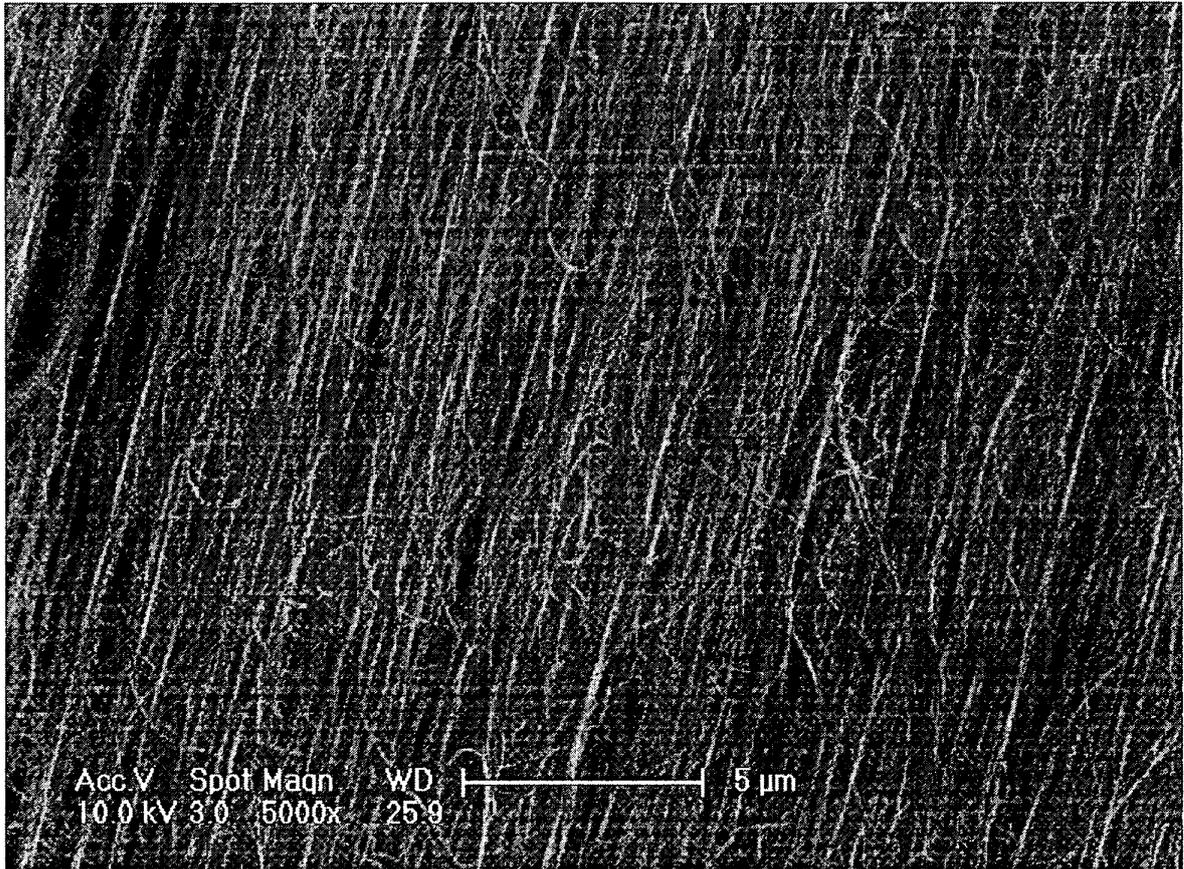


FIG. 3

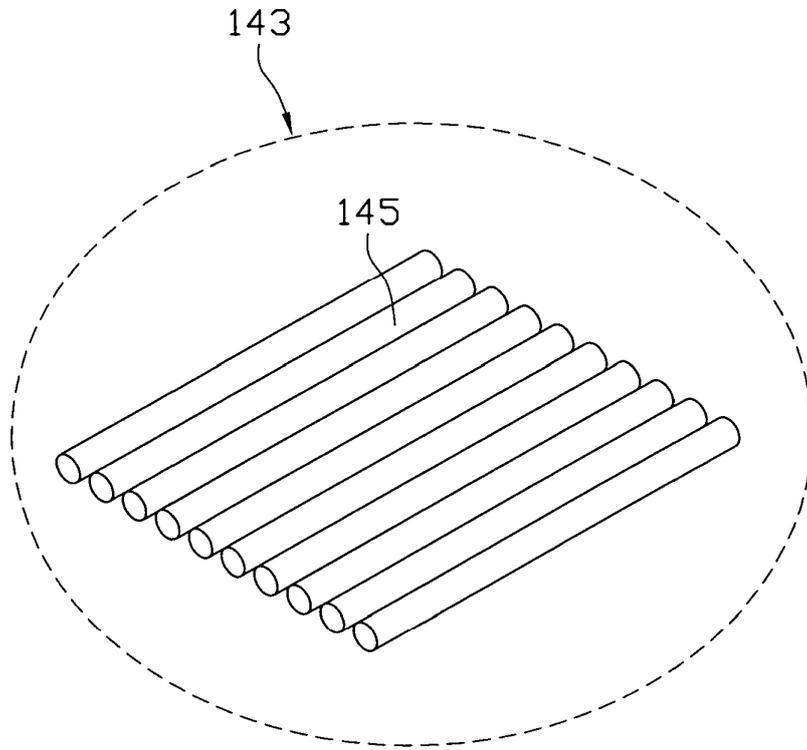


FIG. 4

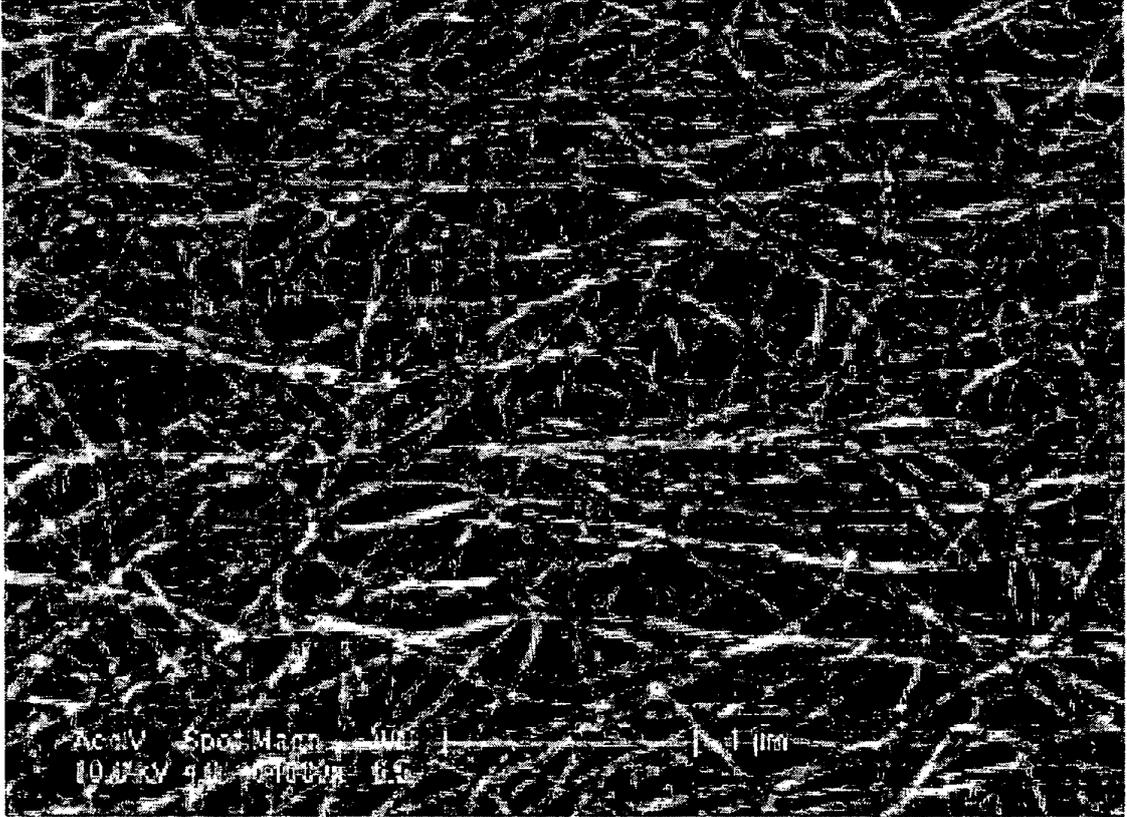


FIG. 5

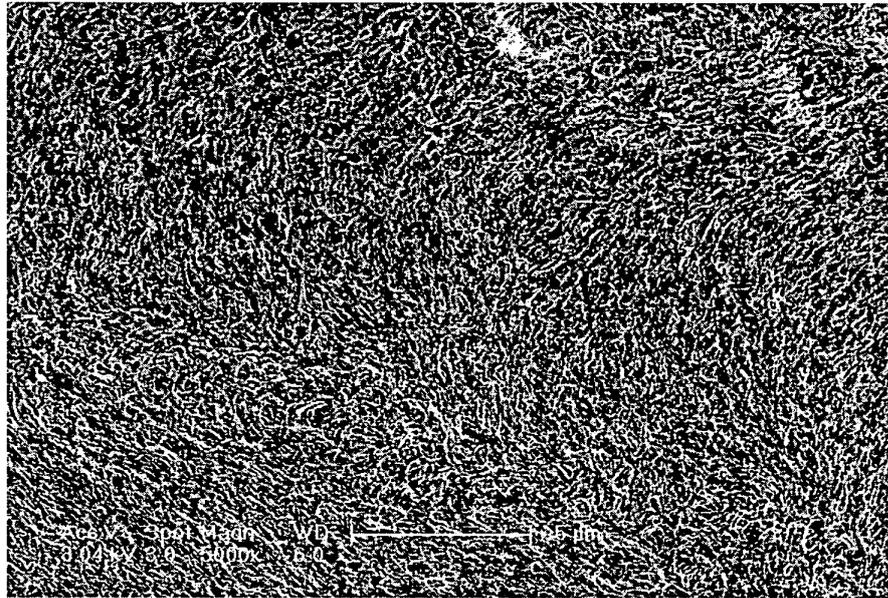


FIG. 6

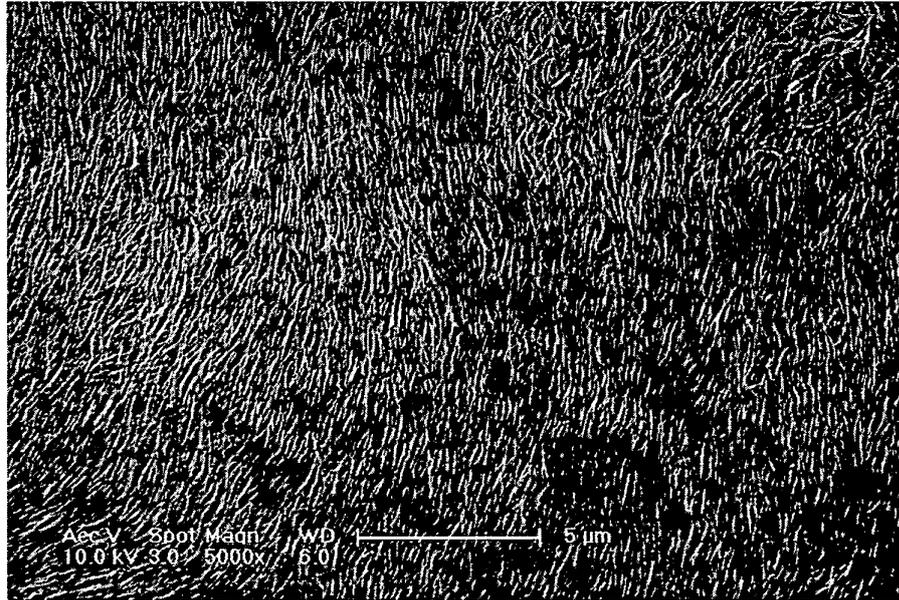


FIG. 7

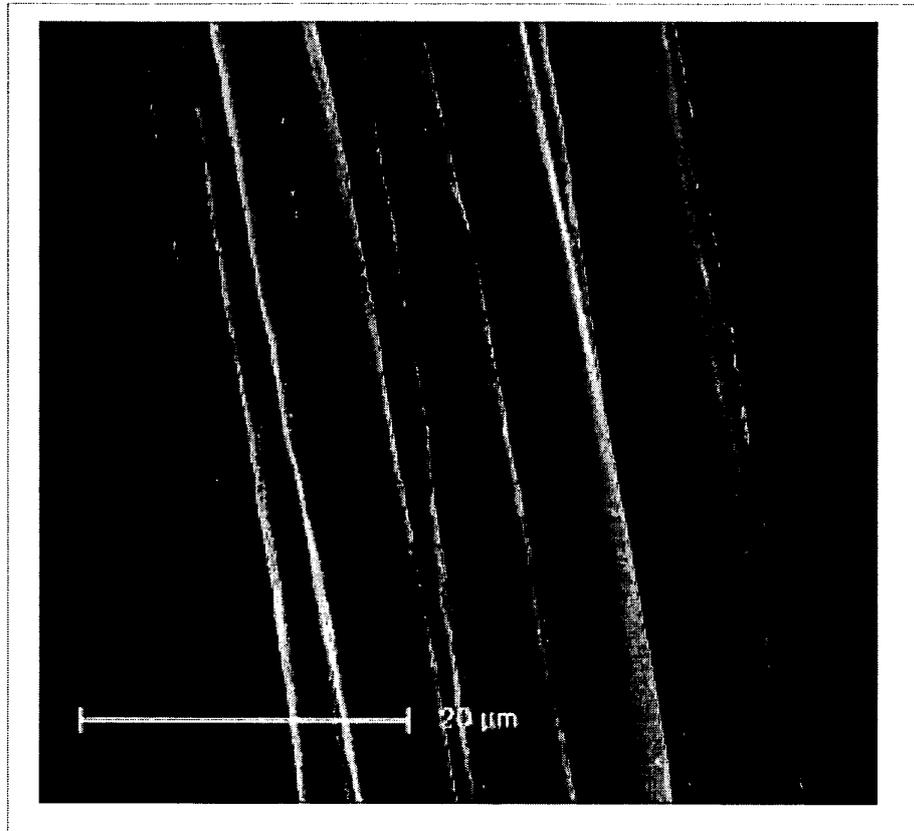


FIG. 8

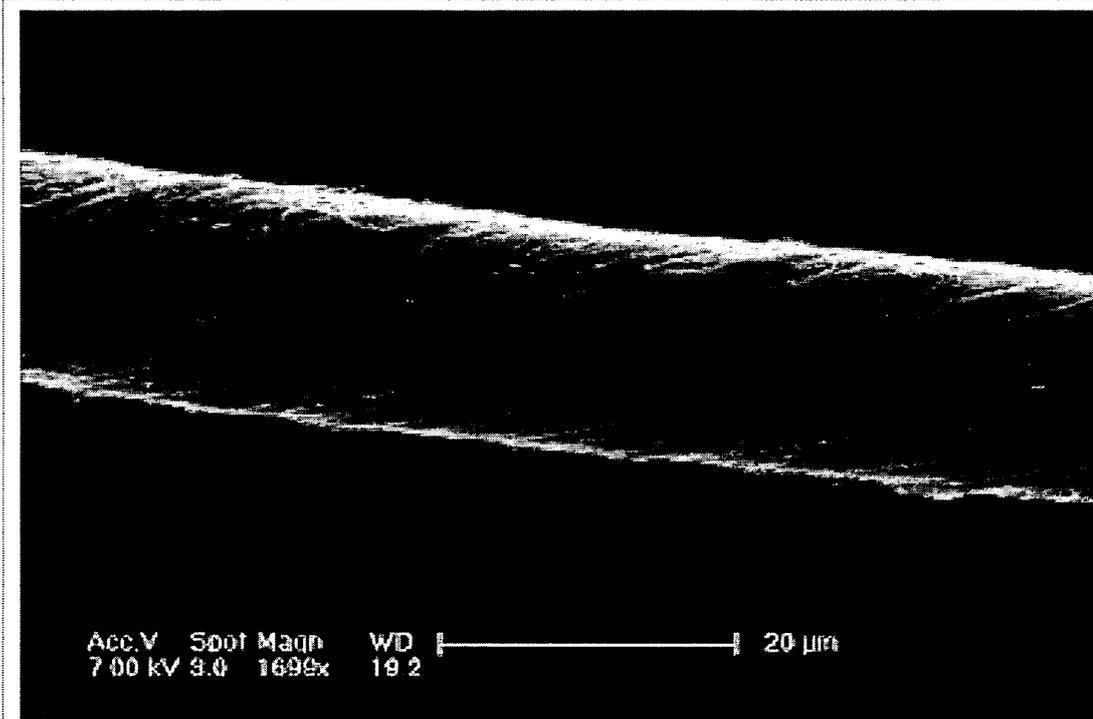


FIG. 9

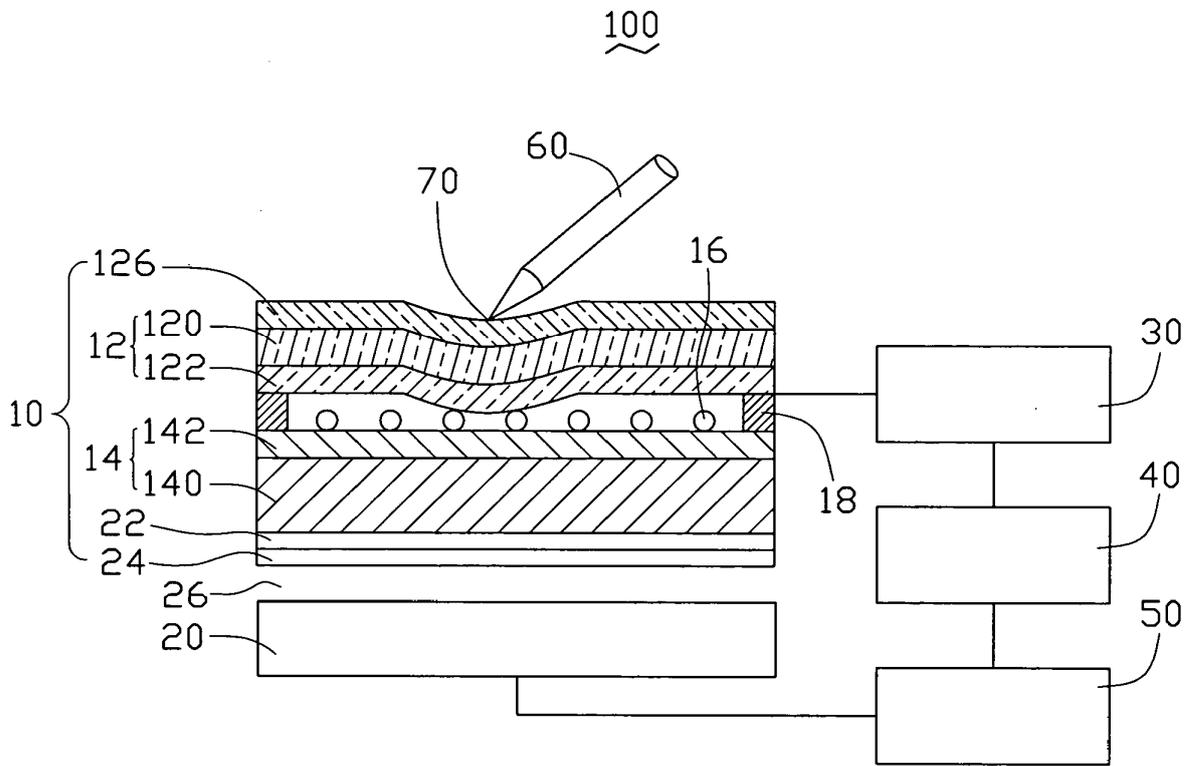


FIG. 10