

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 584**

51 Int. Cl.:

H05B 3/28 (2006.01)

H05B 3/14 (2006.01)

B82Y 30/00 (2011.01)

B82Y 15/00 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08253151 .8**

96 Fecha de presentación: **26.09.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2043406**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.04.2009**

54 Título: **Fuente térmica plana**

30 Prioridad:

28.09.2007 CN 200710077394

10.10.2007 CN 200710123809

10.10.2007 CN 200710123813

25.07.2008 CN 200810142615

25.07.2008 CN 200810142614

13.06.2008 CN 200810067731

11.07.2008 CN 200810068459

25.07.2008 CN 200810142526

25.07.2008 CN 200810142529

25.07.2008 CN 200810142527

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.08.2012

73 Titular/es:

**Funate Innovation Technology Co. LTD.
B1115, R&D Plaza Tsinghua Science Park
Shuangqing Road Haidian District
Beijing, CN y
Hon Hai Precision Industry Co., Ltd.**

72 Inventor/es:

**Liu, Chang-Hong;
Feng, Chen;
Liu, Peng;
Jiang, Kai-Li;
Wei, Yang;
Wang, Ding;
Liu, Kai y
Fan, Shou-Shan**

74 Agente/Representante:

de Elizaburu Márquez, Alberto

ES 2 386 584 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

Fuente térmica plana

1. Campo de la invención

5 La invención se refiere generalmente a fuentes térmicas planas y particularmente a una fuente térmica plana basada en nanotubos de carbono.

2. Discusión de la técnica relacionada

10 Los nanotubos de carbono (CNT) son un nuevo material carbonoso y han recibido mucho interés desde los primeros 1990. Se publicó en un artículo de Sumio Iijima, titulado "Helical Microtubules of Graphitic Carbon" (Nature, Vol. 354, Nov. 7, 1991, pp.56-58). Los CNTs son conductores, químicamente estables y capaces de tener un diámetro muy pequeño (mucho menor de 100 nanómetros) y grandes relaciones de aspecto (longitud/diámetro). Debido a estas y otras propiedades, se ha sugerido que los CNTs deben desempeñar un importante papel en varios campos, tales como dispositivos de emisión de campo, nuevos materiales ópticos, sensores, materiales ferromagnéticos blandos, etc. Además, debido a que los CNTs tienen excelente conductividad eléctrica, estabilidad térmica, y propiedades de emisión de luz similares a la radiación del cuerpo negro, los nanotubos de carbono se pueden usar también en el campo de las fuentes térmicas.

15 Un hilo de nanotubos de carbono estirado de una matriz de nanotubos de carbono y conectado eléctricamente a dos electrodos, emite luz, cuando se aplica un voltaje entre los electrodos. La resistencia eléctrica del hilo de nanotubos de carbono no se incrementa tanto, como los filamentos ligeros metálicos, al incrementar la temperatura. Por consiguiente, el consumo de energía del hilo de nanotubos de carbono es bajo a las temperaturas incandescentes de funcionamiento. Sin embargo, el hilo de nanotubos de carbono es una fuente térmica lineal, y por lo tanto, difícil de usar en una fuente térmica plana.

20 La fuente térmica plana no lineal generalmente incluye una envoltura de vidrio de cuarzo, dos o más filamentos de wolframio o por lo menos una lámina de wolframio, un anillo de soporte, partes de cierre y un soporte. Dos extremos de cada filamento de wolframio están conectados al anillo de soporte. Para formar una superficie emisora de luz plana, los por lo menos dos filamentos de wolframio están dispuestos paralelos entre sí. El anillo de soporte está conectado a las partes de cierre. El anillo de soporte y las partes de cierre están dispuestas sobre el soporte, definiendo por ello un espacio cerrado. Se deja entrar un gas inerte en el espacio cerrado para prevenir la oxidación de los filamentos de wolframio. Sin embargo, hay problemas con la fuente térmica plana: En primer lugar, porque los filamentos/láminas de wolframio son emisores de radiación de cuerpo gris, la temperatura de los filamentos/láminas de wolframio se incrementa lentamente, de este modo, tienen una baja eficiencia de radiación térmica. Por eso, la distancia de transmisión de la radiación térmica es relativamente pequeña. En segundo lugar, la radiación térmica y la radiación luminosa no son uniformes. En tercer lugar, los filamentos/láminas de wolframio son difíciles de procesar. Adicionalmente, durante la emisión de luz, los filamentos/láminas de wolframio quizás necesiten un entorno de funcionamiento protector.

30 Lo que se necesita, por lo tanto, es una fuente térmica plana que tenga una gran área, radiación térmica y luminosa uniformes. Las fuentes térmicas planas que incorporan estructuras de nanotubos de carbono son conocidas de los documentos WO2007089118, WO2004082333, WO2004023845, DE202005014678U, DE202005013822U, WO2006122736, DE102006014171, y DE102004044352.

Sumario

40 La invención, definida en las reivindicaciones adjuntas, proporciona una fuente térmica plana que incluye un primer electrodo y un segundo electrodo y una estructura de nanotubos de carbono. El primer electrodo y el segundo electrodo están separada y eléctricamente conectados a la estructura de nanotubos de carbono. La estructura de nanotubos de carbono comprende por lo menos una película de nanotubos de carbono que comprende una pluralidad de nanotubos de carbono unidos por sus extremos y orientados en la misma dirección.

45 Otras ventajas y nuevas características de la presente fuente térmica plana serán más evidentes de la siguiente descripción detallada de las presentes realizaciones cuando se toman junto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

50 Muchos aspectos de la presente fuente térmica plana se pueden entender mejor con referencia a los siguientes dibujos. Los componentes en los dibujos no están necesariamente a escala, haciendo énfasis en su lugar en ilustrar claramente los principios de la presente fuente térmica plana.

La FIG. 1 es una vista esquemática de una fuente térmica plana, según la presente invención.

La FIG. 2 es una vista esquemática de un corte transversal de la FIG. 1 a lo largo de la línea II-II'.

La FIG. 3 es una foto de una película de nanotubos de carbono floculados.

La FIG. 4 es una imagen del microscopio electrónico de barrido (SEM) de una película de nanotubos de carbono prensados de unos nanotubos de carbono prensados que incluyen una pluralidad de nanotubos de carbono dispuestos diferentes direcciones.

- 5 La FIG. 5 es una imagen del microscopio electrónico de barrido (SEM) de una película de nanotubos de carbono prensados de unos nanotubos prensados que incluyen una pluralidad de nanotubos de carbono dispuestos en las mismas direcciones.

La FIG. 6 es una imagen del microscopio electrónico de barrido (SEM) de una película de nanotubos de carbono estirados.

- 10 La FIG. 7 es un esquema estructural de un segmento de nanotubos de carbono.

La FIG. 8 es una vista esquemática de una estructura de cable de nanotubos de carbono en la que los nanotubos de carbono se conectan paralelos entre sí.

La FIG. 9 es una vista esquemática de un corte transversal de una estructura de cable de nanotubos de carbono en la que los cables de nanotubos de carbono se retuercen entre sí.

- 15 La FIG. 10 es una imagen del microscopio electrónico de barrido (SEM) de un cable de nanotubos de carbono sin retorcer.

La FIG. 11 es una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) de un cable de nanotubos de carbono retorcido.

La FIG. 12 es una vista de la relación de la potencia y la temperatura de la fuente térmica en la FIG. 1.

- 20 La FIG. 13 es un diagrama de flujo de un método para fabricar la fuente térmica plana mostrada en la FIG. 1.

La FIG: 14 es una vista esquemática del calentamiento de un objeto usando la fuente térmica plana mostrada en la FIG. 1.

La FIG. 15 es una vista esquemática de un corte transversal de la FIG. 14 a lo largo de una línea XV-XV.

- 25 Los caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes en todas las distintas vistas. Los ejemplos expuestos aquí ilustran por lo menos una de las presentes reivindicaciones de la fuente térmica plana en por lo menos una forma, y tales ejemplos no se debe considerar que limitan el alcance de la invención de ninguna manera.

Descripción detallada de realizaciones ejemplares

Se hará ahora referencia a los dibujos en detalle para describir realizaciones de la fuente térmica plana.

- 30 Refiriéndonos a las FIGS. 1 y 2, se proporciona una fuente 10 térmica plana en la presente realización. La fuente 10 térmica plana incluye un soporte 18, una capa 17 reflectante, una estructura 16 de nanotubos de carbono, un primer electrodo 12, un segundo electrodo 14, y una capa 15 protectora. La capa 17 reflectante está sobre la superficie del soporte 18, la estructura 16 de nanotubos de carbono está sobre la superficie de la capa 17 reflectante. El primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14 están separadamente conectados a la estructura 16 de nanotubos de carbono. En la presente realización, el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14 están dispuestos sobre la estructura 16 de nanotubos de carbono separados cierta distancia y eléctricamente conectados a ella.

- 35 El material del soporte 18 se selecciona de materiales blandos o material rígido. El material blando puede ser plásticos, resinas o fibras. EL material duro puede ser cerámica, vidrio y cuarzo. Cuando el material de soporte 18 es un material blando, la fuente térmica plana se puede curvar de cualquier forma según la necesidad. El soporte 18 se usa para soportar la estructura 16 de nanotubos de carbono o la capa 17 reflectante. La forma y tamaño del soporte 18 puede ser determinado según las necesidades prácticas. Por ejemplo, la forma del soporte 18 puede ser cuadrada, redonda o triangular. En la presente realización, el soporte 18 es un substrato cerámico. Debido a una propiedad de consistencia sin soporte de la estructura 16 de nanotubos de carbono, la fuente 10 térmica plana puede estar sin el soporte 18. Sin el soporte 18, la capa 17 reflectante se puede depositar sobre la superficie de la estructura 16 de nanotubos de carbono.

- 40 La capa 17 reflectante se usa para reflejar el calor emitido desde la estructura 16 de nanotubos de carbono y controlar la dirección de calentamiento. La fuente 10 térmica con la capa 17 reflectante se puede usar para calentar un lado. La capa reflectante se puede estar hecha de un material blanco y aislante. El material de la capa 17 reflectante se puede seleccionar del grupo que consiste en óxidos metálicos, sales metálicas, cerámicas, y sus combinaciones. En la presente realización, la capa 17 reflectante es óxido de aluminio (Al_2O_3). El grosor de la capa

50

17 reflectante varía de alrededor de 100 micrómetros a 0,5 milímetros. La capa 17 reflectante está sobre una superficie del soporte 18. Se debe entender que, la capa 17 reflectante puede estar entre la estructura 16 de nanotubos de carbono y el soporte 18. La capa 17 reflectante puede estar dispuesta sobre una superficie del soporte 18, con la superficie enfrente de la estructura de nanotubos de carbono. A saber, la capa 17 reflectante está entre la estructura 16 de nanotubos de carbono y el soporte 18. Se debe entender que la capa 17 reflectante es opcional. Si la estructura 16 de nanotubos de carbono está dispuesta directamente sobre el soporte 18, la fuente 10 térmica plana se puede usar sin la capa 17 reflectante para calentar dos lados de la fuente 10 térmica plana.

La estructura 16 de nanotubos de carbono tiene sustancialmente un grosor uniforme e incluye una pluralidad de nanotubos de carbono uniformemente distribuidos en ella. Adicionalmente, los nanotubos de carbono en la estructura 16 de nanotubos de carbono están dispuestos desde el primer electrodo 22 hasta el segundo electrodo 24. La estructura 16 de nanotubos de carbono incluye por lo menos una película de nanotubos de carbono y opcionalmente por lo menos una estructura de cable de nanotubos de carbono. Las películas de nanotubos de carbono en la estructura 16 de nanotubos de carbono se pueden disponer lado con lado y cubrir toda la superficie del soporte 18. Una o más películas de nanotubos se pueden solapar o apilar unas con otras. Las estructuras de cable de nanotubos de carbono pueden estar lado con lado y alineadas en la misma dirección, entrecruzadas, o tejidas para formar una capa. Si la estructura 16 de nanotubos de carbono incluye películas de nanotubos de carbono y estructuras de cable de nanotubos de carbono, las estructuras de cable de nanotubos de carbono pueden estar sobre una superficie de la película de nanotubos de carbono.

La película de nanotubos de carbono puede ser una película ordenada en la que los nanotubos de carbono están principalmente orientados a lo largo de una misma dirección en cada película y sustancialmente paralelos a la superficie de la película de nanotubos de carbono. Diferentes estratos/capas de películas pueden tener los nanotubos de carbono separados de los nanotubos de carbono en otras películas. La película de nanotubos de carbono ordenados puede ser una película de nanotubos de carbono estirados. Otros tipos de película de nanotubos de carbono son una película de nanotubos de carbono floculados y una película de nanotubos de carbono prensados.

Refiriéndonos a la FIG. 3, una película de nanotubos de carbono floculados es una película de nanotubos de carbono con una pluralidad de nanotubos de carbono en la que son isotropos, uniformemente dispuestos, desordenados, y están enredados. La película de nanotubos de carbono floculados incluye una pluralidad de microporos formados por los nanotubos de carbono desordenados. El diámetro de microporo es menor de alrededor de 100 micrómetros. Por eso, la superficie específica de la película de nanotubos de carbono prensados es extremadamente grande. El grosor de la película de nanotubos de carbono prensados varía de 1 micrómetro a 1 milímetro.

Refiriéndonos a la FIG. 4 y la FIG. 5, una película de nanotubos de carbono prensados puede ser una película de nanotubos de carbono consistente sin soporte. Adicionalmente, los nanotubos de carbono son sustancialmente paralelos a una superficie de película de nanotubos de carbono prensados. Los nanotubos de carbono se seleccionan del grupo que consiste en nanotubos de carbono isotrópicamente dispuestos, dispuestos a lo largo de cierta dirección, o dispuestos a lo largo de diferentes direcciones. Un ángulo entre una dirección principal de alineación de los nanotubos de carbono y una superficie de la película de nanotubos de carbono prensados es de 0° a aproximadamente 15°. La película de nanotubos de carbono prensados se puede formar prensando una matriz de nanotubos de carbono. El ángulo está muy relacionado con la presión aplicada a la matriz de nanotubos de carbono. Cuanto mayor es la presión más pequeño es el ángulo. Los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono prensados pueden ser paralelos a la superficie de la película de nanotubos de carbono prensados cuando el ángulo es 0°. Los nanotubos de carbono adyacentes se combinan y atraen por la fuerza atractiva de van der Waals, formando por ello una estructura consistente. Por eso, la película de nanotubos de carbono prensados tiene buena resistencia a la tracción y se puede formar ventajosamente con ella cualquier forma deseada de ánodo. La película de nanotubos de carbono prensados incluye una pluralidad de microporos. El diámetro de los microporos es menor de alrededor de 1 micrómetro. Por eso, la superficie específica de la película de nanotubos de carbono prensados es extremadamente grande. El grosor de la película de nanotubos de carbono prensados varía de 0,5 nanómetros a 1 milímetro.

Refiriéndonos a la FIG. 6, la película de nanotubos de carbono estirados incluye una pluralidad de nanotubos de carbono sucesivos unidos extremo con extremo y alineados sustancialmente en la misma dirección. La mayor parte de los nanotubos de carbono están dispuestos a lo largo de una dirección principal; sin embargo, la orientación de algunos de los nanotubos puede variar. Refiriéndonos a la FIG. 7, la película de nanotubos de carbono estirados comprende una pluralidad de segmentos 143 de nanotubos de carbono sucesivamente orientados unidos extremo con extremo por la fuerza atractiva de van der Waals entre ellos. Cada segmento 143 de nanotubos de carbono incluye una pluralidad de nanotubos 145 de carbono paralelos entre sí, y combinados por la fuerza atractiva de van der Waals entre ellos. Los segmentos 143 de nanotubos de carbono pueden variar de anchura, grosor, uniformidad y forma. Los nanotubos 145 de carbono en el segmento 143 de nanotubos de carbono están también orientados a lo largo de una orientación preferida.

La película de nanotubos de carbono estirados se estira de una matriz de nanotubos de carbono, los nanotubos de

- 5 carbono se combinan por la fuerza atractiva de van der Waals. La película de nanotubos de carbono estirados tiene su adhesión porque los nanotubos de carbono en la matriz de nanotubos de carbono tienen relativamente grandes superficies específicas. El grosor de la película de nanotubos de carbono estirados varía de 0,5 nanómetros a 100 micrómetros. Cuando la estructura 16 de nanotubos de carbono incluye por lo menos dos capas de películas de nanotubos de carbono estirados, las capas de película de nanotubos de carbono están apiladas unas con otras. El ángulo entre las direcciones alineadas de nanotubos de carbono en dos capas adyacentes se puede variar arbitrariamente.
- 10 Refiriéndonos a las FIGS. 8 y 9, una estructura 160 de cables de nanotubos de carbono incluye por lo menos un cable 161 de nanotubos de carbono. Los cables 161 de nanotubos de carbono en la estructura 161 de cables de nanotubos de carbono pueden estar paralelos entre sí o retorcidos entre sí. El cable 161 de nanotubos de carbono incluye una pluralidad de nanotubos de carbono sucesivos y orientados unidos extremo con extremo por fuerzas atractivas de van der Waals.
- 15 El cable 161 de nanotubos de carbono usado puede ser retorcido o sin retorcer. Refiriéndonos a la FIG. 10, el cable 161 de nanotubos de carbono sin retorcer incluye una pluralidad de nanotubos de carbono orientados a lo largo de una misma dirección (es decir, una dirección a lo largo de la longitud de la línea). Refiriéndonos a la FIG. 11, el cable 161 de nanotubos de carbono incluye una pluralidad de nanotubos de carbono orientados alrededor de una dirección axial del cable 161 de nanotubos de carbono. Más específicamente, el cable 161 de nanotubos de carbono incluye una pluralidad de segmentos sucesivos de nanotubos de carbono unidos extremo con extremo por la fuerza atractiva de van der Waals entre ellos. Cada segmento de nanotubo de carbono incluye una pluralidad de nanotubos de carbono paralelos entre sí, y combinados por la fuerza atractiva de van der Waals entre ellos. Los segmentos de nanotubos de carbono pueden variar en anchura, grosor, uniformidad y forma. La longitud del cable 161 de nanotubos de carbono se puede arbitrariamente establecer como se desee. El diámetro del cable 161 de nanotubos de carbono está aproximadamente en el intervalo de 0,5 nanómetros a 100 micrómetros (μm).
- 20 Adicionalmente, por lo menos parte de las estructuras 160 de cable de nanotubos de carbono en la estructura 16 de nanotubos de carbono está dispuesta desde el primer electrodo 12 hasta el segundo electrodo 14, para adquirir un máximo de corriente entre el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14.
- 25 En la presente realización, el grosor de la estructura 16 de nanotubos de carbono está aproximadamente en un intervalo de 1 micrómetro a 2 milímetros. La estructura 16 de nanotubos de carbono incluye 100 capas de películas de nanotubos de carbono estirados apiladas unas con otras. La longitud de la estructura 16 de nanotubos de carbono es de alrededor de 30 centímetros, la anchura de la estructura 16 de nanotubos de carbono es de alrededor de 30 centímetros, el grosor de la estructura 16 de nanotubos de carbono es de alrededor de 1 milímetro.
- 30 Se debe entender que, el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14 se pueden disponer sobre la misma superficie o sobre superficies opuestas de la estructura 16 de nanotubos de carbono. Adicionalmente, es imperativo que el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14 estén separados por una cierta distancia para formar una cierta resistencia entre ellos, previniendo por ello el cortocircuito de los electrodos. En la presente realización, debido a las propiedades adhesivas de la película de nanotubos de carbono estirados, el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14 están directamente unidos a la estructura 16 de nanotubos de carbono formando por ello un contacto eléctrico entre ellos. Alternativamente, el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14 pueden estar unidos a la misma superficie de la estructura 16 de nanotubos de carbono por medio de un adhesivo conductor. Bastante apropiadamente, el material adhesivo conductor es adhesivo de plata. Se debe advertir que se puede adoptar cualquier otro medio de adhesión con tal de que el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14 estén eléctricamente conectados a la estructura 16 de nanotubos de carbono. El material del primer electrodo 12 y del segundo electrodo 14 se puede seleccionar de metales, resinas conductoras, o cualquier otro material apropiado. Por lo menos uno del primer electrodo 12 y segundo electrodo 14 incluyen estructuras de cable de nanotubos de carbono o películas de nanotubos de carbono. En la presente realización, el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14 incluyen cable de nanotubos de carbono o por lo menos una capa de películas de nanotubos de carbono estirados.
- 35 La capa 15 protectora dispuesta sobre una superficie de la estructura 16 de nanotubos de carbono, en la presente realización, la capa 15 protectora cubre la estructura 16 de nanotubos de carbono, el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14. La capa 15 protectora puede mantener la fuente 10 térmica plana aislada del exterior. La capa 15 protectora puede proteger también la estructura 16 de nanotubos de carbono de impurezas externas. La capa 15 protectora es una estructura opcional.
- 40 En un procedimiento para usar la fuente 10 térmica plana, cuando se aplica un voltaje al primer electrodo 12 y al segundo electrodo 14, la estructura 16 de nanotubos de carbono de la fuente 10 térmica plana emite ondas electromagnéticas con una cierta longitud de onda. Bastante apropiadamente, cuando la estructura 16 de nanotubos de carbono de la fuente 10 térmica plana tiene un área superficial fija (longitud * anchura), el voltaje y el grosor de la estructura 16 de nanotubos de carbono se pueden usar para hacer que la estructura 16 de nanotubos de carbono emita ondas electromagnéticas a diferentes longitudes de onda. Si el voltaje se fija a un cierto valor, las ondas electromagnéticas que se emiten desde la estructura 16 de nanotubos de carbono son inversamente proporcionales
- 45
- 50
- 55

- al grosor de la estructura 16 de nanotubos de carbono. Esto es, cuanto mayor sea el grosor de la estructura 16 de nanotubos de carbono más corta es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas. Adicionalmente, si el grosor de la estructura 16 de nanotubos de carbono se fija en un cierto valor, cuanto mayor sea el voltaje aplicado al electrodo, más corta será la longitud de onda de las ondas electromagnéticas. Por eso, la fuente 10 térmica plana se puede configurar fácilmente para emitir una luz visible y crear radiación térmica general o emitir radiación infrarroja.
- Por eso, debido a que los nanotubos de carbono tienen una estructura de cuerpo negro ideal, la estructura 16 de nanotubos de carbono tiene excelente conductividad térmica, estabilidad térmica, y alta eficiencia de radiación térmica. La fuente 10 térmica plana se puede exponer con seguridad, mientras funciona, a gases oxidantes en un medio típico. La fuente 10 térmica plana puede irradiar una onda electromagnética con una longitud de onda larga cuando se aplica un voltaje a la fuente 10 térmica plana. El voltaje se dispone de 10 voltios a 30 voltios. La temperatura de la fuente 10 térmica plana varía de 50°C a 500°C. Como estructura de cuerpo negro ideal, la estructura 16 de nanotubos de carbono puede irradiar calor cuando llega a una temperatura de 200°C a 450°C. La eficiencia de la irradiación es relativamente alta. De este modo, la fuente 10 térmica plana se puede usar como calefactores eléctricos, dispositivos de terapia de infrarrojos, radiadores eléctricos, y otros dispositivos relacionados. Refiriéndonos a la FIG. 12, cuando se aplica una potencia de 36 vatios a la fuente 10 térmica plana, la fuente 10 térmica plana está a una temperatura de alrededor de 370°C.
- Adicionalmente, la fuente 10 térmica plana se puede disponer en un dispositivo a vacío o un dispositivo lleno de gas inerte. Cuando el voltaje se incrementa en el intervalo aproximado de 80 voltios a 150 voltios, la fuente 10 térmica plana emite ondas electromagnéticas que tienen una longitud de onda relativamente corta tal como luz visible (es decir, luz roja, amarillo claro, etc.), radiación térmica general, y radiación ultravioleta. La temperatura de la fuente 10 térmica plana puede llegar a 1500°C. Cuando el voltaje de la fuente 10 térmica plana se vuelve más alto, la fuente 10 térmica plana puede irradiar luz ultravioleta para matar bacterias. De este modo, la fuente 10 térmica plana se puede usar como dispositivo óptico, y por ello ser usado como fuentes luminosas, pantallas, y otros dispositivos relacionados.
- Refiriéndonos a la FIG. 13, se proporciona en la presente realización un método para fabricar la anteriormente descrita fuente 10 térmica plana. El método incluye las etapas de: (a) preparar una estructura 16 de nanotubos de carbono; y (b) proporcionar un primer electrodo 12 y un segundo electrodo 14 separadamente y eléctricamente conectados a la estructura 16 de nanotubos de carbono.
- Se debe entender que, antes de la etapa (b), se pueden procesar etapas adicionales para proporcionar un soporte 18 y formar una capa 17 reflectante sobre el soporte 18. Después de la etapa (b), una etapa adicional para formar una capa 15 de protección sobre la estructura 16 de nanotubos de carbono, el primer electrodo 22 y el segundo electrodo 24. La capa 17 reflectante y la capa 15 protectora se pueden formar por un método de pulverización catódica o un método de revestimiento.
- En la etapa (a), la estructura 16 de nanotubos de carbono incluye películas de nanotubos de carbono y estructuras 160 de cable de nanotubos de carbono.
- En la etapa (a), el método de preparar película de nanotubos de carbono estirados incluye las etapas de: (a1) proporcionar una matriz de nanotubos de carbono; (a2) estirar por lo menos una película de nanotubos de carbono de la matriz de nanotubos de carbono.
- En la etapa (a1), el método para proporcionar una matriz de nanotubos de carbono puede estar formado por las etapas de: (a11) proporcionar un sustrato sustancialmente plano y liso; (a12) formar una capa de catalizador sobre el sustrato; (a13) enfriar el sustrato con el catalizador a una temperatura en el intervalo aproximado de 700°C a 900°C en aire durante alrededor de 30 a 90 minutos; (a14) calentar el sustrato con el catalizador a una temperatura en el intervalo aproximado de 500°C a 740°C en un horno con un gas protector en él; y (a15) suministrar un gas fuente de carbono al horno durante alrededor de 5 a 30 minutos y hacer crecer una matriz superalineada de los nanotubos de carbono del sustrato.
- En la etapa (a11), el sustrato puede ser una oblea de silicio de tipo P o N. Bastante apropiadamente, se usa como sustrato una oblea de silicio de tipo P de 4 pulgadas.
- En la etapa (a12), el catalizador se puede preparar de hierro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), o cualquiera de sus aleaciones de combinación.
- En la etapa (a14), el gas protector puede estar formado de por lo menos uno de nitrógeno (N₂), amoníaco (NH₃), y un gas noble. En la etapa (a5), el gas fuente de carbono puede ser un gas hidrocarbonado, tal como etileno (C₂H₄), metano (CH₄), acetileno (C₂H₂), etano (C₂H₆), o cualquiera de sus combinaciones.
- En la etapa (a2), la película de nanotubos de carbono estirados se puede formar por las etapas de: (a21) seleccionar uno o más nanotubos de carbono que tienen una anchura de la matriz de nanotubos de carbono; y (a22) estirar los nanotubos de carbono para formar segmentos de nanotubos a una velocidad constante/uniforme para conseguir una película de nanotubos de carbono uniforme.

En la etapa (a21) el segmento de nanotubos de carbono incluye una pluralidad de nanotubos de carbono paralelos entre sí. Los segmentos 143 de nanotubos de carbono se pueden seleccionar usando una cinta adhesiva como herramienta para poner en contacto la matriz superalineada de nanotubos de carbono. En la etapa (b2), la dirección de estiramiento es sustancialmente perpendicular a la dirección de crecimiento de la matriz superalineada de nanotubos de carbono.

Más específicamente, durante el procedimiento de estiramiento, a medida que los segmentos de nanotubos de carbono iniciales se estiran, se estiran también otros segmentos de nanotubos de carbono extremo con extremo debido a la fuerza atractiva de van der Waals entre los extremos de segmentos adyacentes. Este procedimiento de estiramiento asegura que se pueda formar una película de nanotubos de carbono sustancialmente continua y uniforme que tiene una anchura predeterminada. Refiriéndonos a la FIG. 6, la película de nanotubos de carbono incluye una pluralidad de nanotubos de carbono unidos extremo con extremo. Los nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono son todos sustancialmente paralelos a la dirección de estiramiento de la película de nanotubos de carbono, y la película de nanotubos de carbono producida de tal manera se puede formar selectivamente para que tenga una anchura predeterminada. La película de nanotubos de carbono formada por el método de arrastre/estiramiento tiene una superior uniformidad de grosor y conductividad sobre una típica película de nanotubos de carbono desordenados. Adicionalmente, el método de arrastre/estiramiento es simple, rápido y apropiado para su aplicación industrial.

La anchura de la película de nanotubos de carbono estirados depende del tamaño de la matriz de nanotubos de carbono. La longitud de la película de nanotubos de carbono estirados se puede establecer arbitrariamente según se desee. En una realización útil, cuando el sustrato es una oblea tipo de 4 pulgadas como en la presente realización, la anchura de la película de nanotubos de carbono está en un intervalo de 1 centímetro a 10 centímetros, el grosor de la película de nanotubos de carbono estirados está en un intervalo aproximado de 0,5 nanómetros a 100 micrómetros.

Se advierte que, debido a que los nanotubos de carbono en la matriz superalineada tienen una alta pureza y una alta superficie específica, la película de nanotubos de carbono es adhesiva. Por eso, la por lo menos una película de nanotubos de carbono se puede adherir directamente a la capa 17 reflectante y/o otra película de nanotubos de carbono. En la alternativa, se pueden aplicar otros medios de unión.

Las películas de nanotubos de carbono se pueden adherir a la capa 17 reflectante a lo largo de la misma dirección o diferentes direcciones. Si las películas de nanotubos de carbono se adhieren a lo largo de una misma dirección, los nanotubos de carbono de la capa de nanotubos de carbono están dispuestos a lo largo de la misma dirección. Cuando las películas de nanotubos de carbono se adhieren a lo largo de diferentes direcciones, el ángulo α entre las direcciones de alineamiento de los nanotubos de carbono en cada una de dos películas de nanotubos de carbono adyacentes está en el intervalo $0 < \alpha \leq 90^\circ$.

En la etapa (a), una estructura de cables de nanotubos de carbono se puede preparar por las siguientes etapas: (a1^{'''}) preparar una película de nanotubos de carbono estirados; (a2^{'''}) tratar la película de nanotubos de carbono estirados para formar un cable de nanotubos de carbono; (a3^{'''}) preparar estructura de cables de nanotubos de carbono con el cable de nanotubos de carbono.

En la etapa (a2^{'''}) la película de nanotubos de carbono estirados se trata con un disolvente orgánico para formar un cable de nanotubos de carbono sin retorcer o se retuercen por una fuerza mecánica (por ejemplo, un procedimiento de hilatura convencional) para formar un cable de nanotubos de carbono retorcido. El disolvente orgánico es volatilizable y se puede seleccionar del grupo que consiste en etanol, metanol, acetona, dicloroetano, y cloroformo. Bastante apropiadamente, el disolvente orgánico se deja caer sobre la película de nanotubos de carbono estirados a través de un tubo de caída en la presente realización. Después de empaparse en el disolvente orgánico, los segmentos de nanotubos de carbono en la película de nanotubos de carbono pueden por lo menos parcialmente compactarse/encogerse en forma de cables de nanotubos de carbono debido a la tensión superficial del disolvente orgánico.

Se debe entender que cuando la anchura de la película de nanotubos de carbono estirados es relativamente pequeña, se puede omitir la etapa (a2^{'''}) para hacerse con un cable de nanotubos de carbono en una forma sin retorcer. En esta situación, vista microscópicamente, la estructura de nanotubos de carbono es una película plana, y vista macroscópicamente, la estructura de nanotubos de carbono es un cable largo.

En la etapa (a3^{'''}), por lo menos uno de los cables de nanotubos de carbono se mantiene conjuntamente para formar una estructura de cables de nanotubos de carbono. Los cables de nanotubos de carbono en la estructura de cables de nanotubos de carbono son paralelos entre si o retorcidos entre sí.

En la etapa (a), la película de nanotubos de carbono estirados, la película de nanotubos de carbono prensados, la película de nanotubos de carbono floculados, o la estructura de cables de nanotubos de carbono pueden estar solapadas, apiladas unas sobre otras, o dispuestas lado a lado para hacer una estructura 16 de nanotubos de carbono.

5 En la etapa (b), cuando el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14 son metales, el primer electrodo 12 y el segundo electrodo 14 se pueden formar sobre la superficie de la estructura 16 de nanotubos de carbono por el método de pulverización catódica o el método de revestimiento. Adicionalmente, se puede aplicar pasta de plata sobre la superficie de la estructura 16 de nanotubos de carbono directamente para formar el primer y segundo electrodo 12,14. Adicionalmente, se pueden adherir capas de nanotubos de carbono sobre la superficie de la estructura 16 de nanotubos de carbono para formar el primer y segundo electrodo 12, 14.

10 Refiriéndonos a las FIGS 14 y 15, se describe también un método para calentar un objeto usando la fuente 20 térmica plana anteriormente descrita. En la presente realización, la fuente 20 térmica plana incluye un primer electrodo 22, un segundo electrodo 24, y una película 26 de nanotubos de carbono. Adicionalmente, el primer electrodo 24 y el segundo electrodo 24 están dispuestos separadamente sobre la película 26 de nanotubos de carbono separados una cierta distancia y eléctricamente conectados a ella.

15 Adicionalmente, el área superficial de la película 26 de nanotubos de carbono es 900 centímetros cuadrados. Específicamente, tanto la longitud como la anchura de la película 26 de nanotubos de carbono son 30 centímetros. La estructura 16 de nanotubos de carbono incluye una película de nanotubos de carbono estirados. El voltaje aplicado al electrodo 12 y el electrodo 14 es de 15 voltios. La temperatura de la fuente 10 térmica plana es de alrededor de 300°C.

20 Debido a que la película 26 de nanotubos de carbono tiene la propiedad de consistencia sin soporte, la fuente 20 térmica plana puede estar sin un soporte. Debido a que la película 26 de nanotubos de carbono tiene excelente resistencia a la tracción, la fuente 10 térmica plana puede tener una película 26 de nanotubos de carbono en forma de anillo. En el procedimiento de calentamiento del objeto 30, el objeto 30 y la película 26 de nanotubos de carbono pueden estar en contacto directo entre sí o pueden estar separados entre sí, a cierta distancia, según se requiera.

El método para calentar un objeto usando la fuente 20 térmica plana incluye las etapas de: proporcionar un objeto 30, disponer una capa 26 de nanotubos de carbono de la fuente 20 térmica plana a una superficie del objeto 30; y aplicar un voltaje entre el primer electrodo 22 y el segundo electrodo 24 para calentar el objeto 30.

25 Finalmente, se debe entender que las realizaciones anteriormente descritas se desean para ilustrar en lugar de para limitar la invención. Se pueden hacer variaciones de las realizaciones sin apartarse del alcance de la invención según se reivindica. Las realizaciones anteriormente descritas ilustran el alcance de la invención pero no restringen el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Una fuente (10) térmica plana que comprende:
una estructura (16) de nanotubos de carbono; y
5 por lo menos dos electrodos (12, 14) separada y eléctricamente conectados a la estructura de nanotubos de carbono,
en la que la estructura de nanotubos de carbono comprende por lo menos una película de nanotubos de carbono que comprende una pluralidad de nanotubos de carbono unidos extremo con extremo y orientados en la misma dirección.
- 10 2. Una fuente térmica plana según la reivindicación 1, en la que los nanotubos de carbono están distribuidos uniformemente en la estructura de nanotubos de carbono.
3. Una fuente térmica plana según la reivindicación 1 o 2, en la que el grosor de la película de nanotubos de carbono varía de 0,5 nanómetros a 100 nanómetros.
- 15 4. Una fuente térmica plana según la reivindicación 1, 2 o 3, en la que la estructura (16) de nanotubos de carbono comprende una pluralidad de películas de nanotubos de carbono apiladas unas con otras.
5. Una fuente térmica plana según la reivindicación 4, en la que las direcciones alineadas de los nanotubos de carbono de dos películas de nanotubos de carbono adyacentes son las mismas.
- 20 6. Una fuente térmica plana según la reivindicación 4, en la que existe un ángulo entre las direcciones alineadas de los nanotubos de carbono de dos películas de nanotubos de carbono adyacentes y el ángulo está en el intervalo de por encima de 0° a 90°C.
- 25 7. Una fuente térmica plana según cualquier reivindicación precedente, en la que la estructura de nanotubos de carbono adicionalmente comprende una estructura (160) de cables de nanotubos de carbono dispuestos sobre una superficie de por lo menos una película de nanotubos de carbono, y en la que la estructura de cables de nanotubos de carbono comprende por lo menos un cable (161) de nanotubos de carbono que comprende una pluralidad de nanotubos de carbono sucesivos y orientados unidos extremo con extremo por la fuerza atractiva de van der Waals entre ellos.
- 30 8. Una fuente térmica plana según la reivindicación 7, en la que los nanotubos de carbono en el por lo menos un cable (161) de nanotubos de carbono están sustancialmente alineados a lo largo de una dirección longitudinal del por lo menos un cable de nanotubos de carbono.
- 35 9. Una fuente térmica plana según la reivindicación 6 o 7, en la que los por lo menos dos electrodos (12, 14) están dispuestos sobre la estructura de nanotubos de carbono, y los nanotubos de carbono en los cables de nanotubos de carbono están dispuestos desde un electrodo al otro para maximizar el flujo de corriente entre los electrodos.
10. Una fuente térmica plana según cualquier reivindicación precedente, en la que el material de los electrodos (12, 14) se selecciona del grupo que consiste en metales, resinas conductoras y sus combinaciones, en la que por lo menos uno de los electrodos comprende películas de nanotubos de carbono o estructuras de cables de nanotubos de carbono.
- 40 11. Una fuente térmica plana según cualquier reivindicación precedente, que comprende adicionalmente:
un soporte, en el que la película de nanotubos de carbono está dispuesta sobre una superficie del soporte.
12. Una fuente térmica plana según la reivindicación 11, que comprende adicionalmente:
una capa reflectante (17) dispuesta entre la estructura de nanotubos de carbono y el soporte o dispuesta sobre la superficie del soporte, en la que la superficie está enfrente de la estructura de nanotubos de carbono.
- 45 13. Una fuente térmica plana según cualquier reivindicación precedente, que comprende adicionalmente:
una capa (15) protectora dispuesta sobre la estructura de nanotubos de carbono y los por lo menos dos electrodos.
14. La fuente térmica plana de cualquier reivindicación precedente, en la que la por lo menos una película de nanotubos de carbono comprende una pluralidad de segmentos (143) de nanotubos de carbono orientados sucesivamente, y los nanotubos (145) de carbono en cada segmento de nanotubos de carbono son paralelos entre sí.

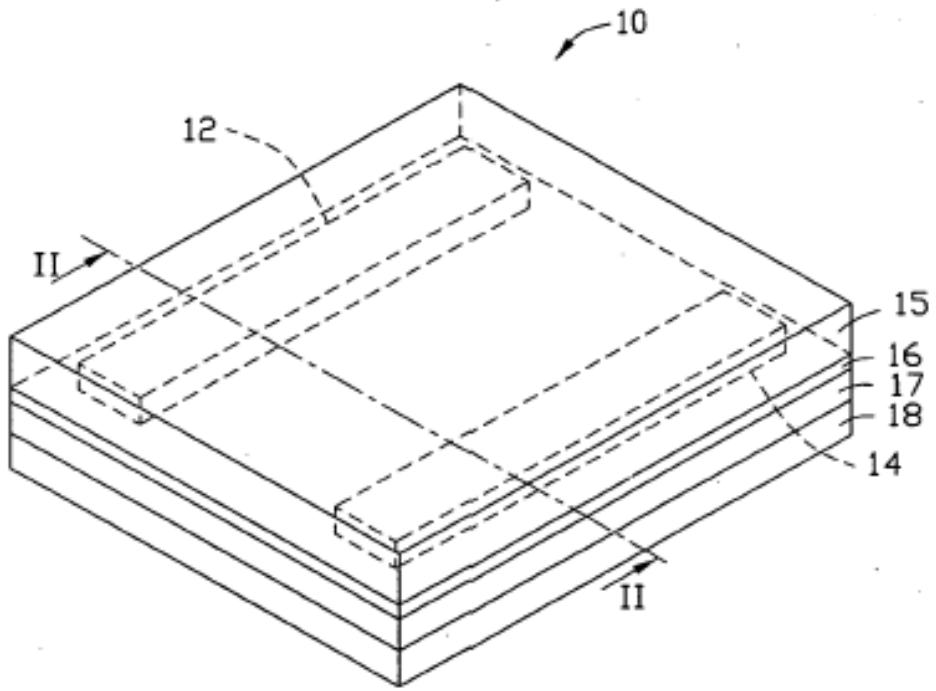


FIG. 1

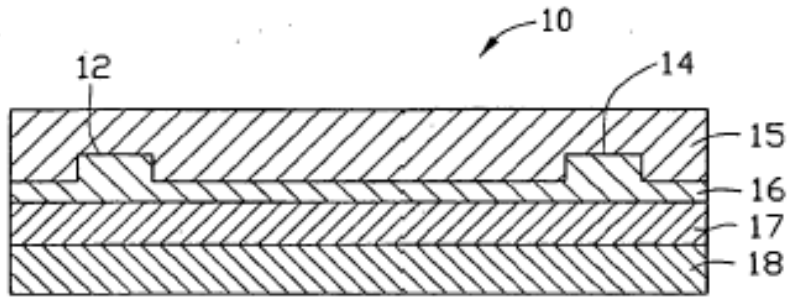


FIG. 2

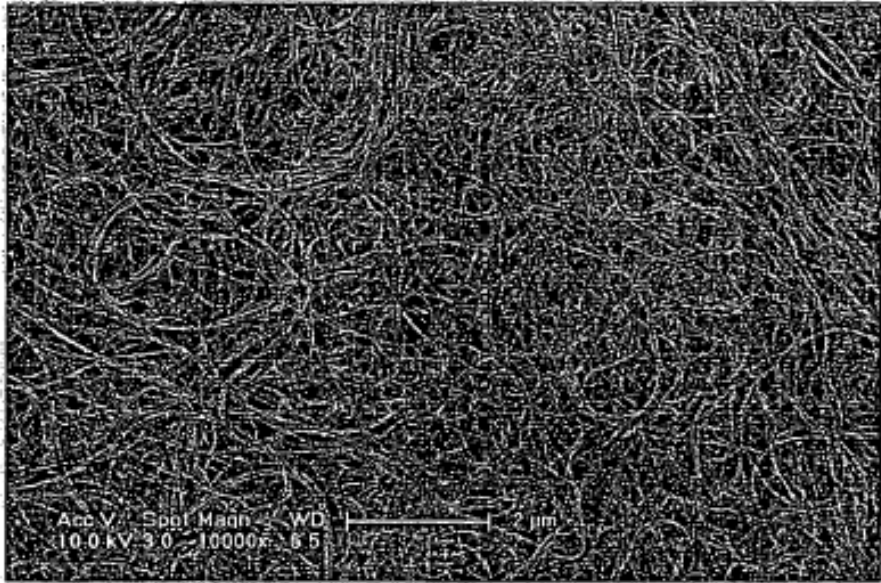


FIG. 3

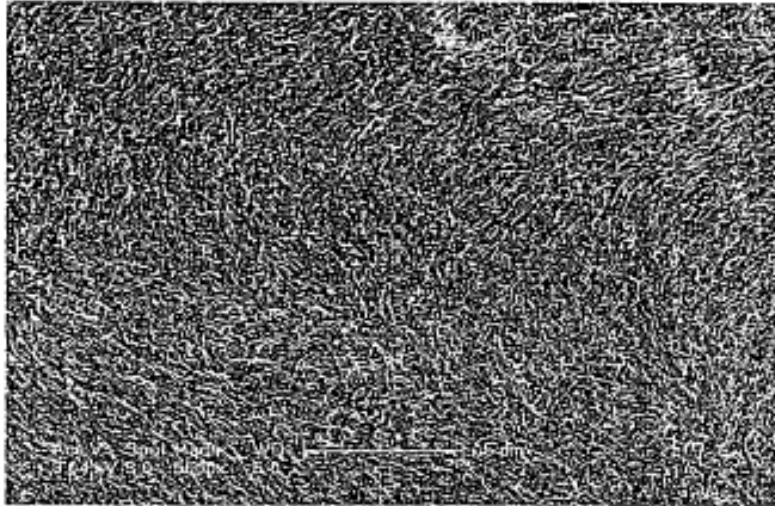


FIG. 4

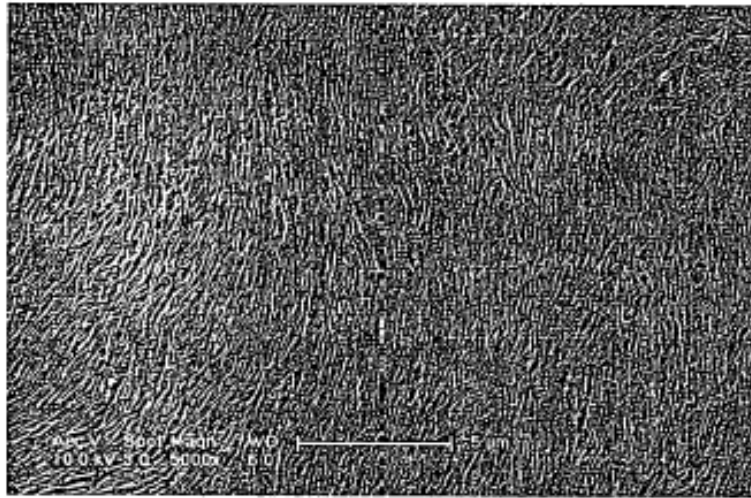


FIG. 5

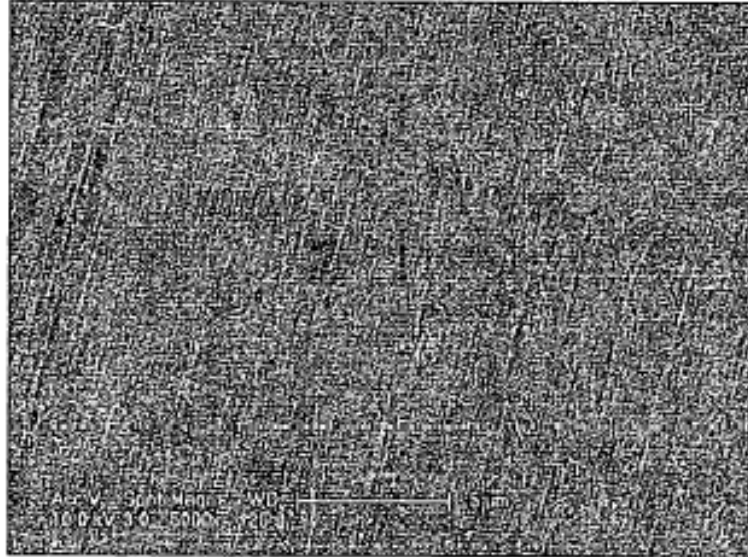


FIG. 6

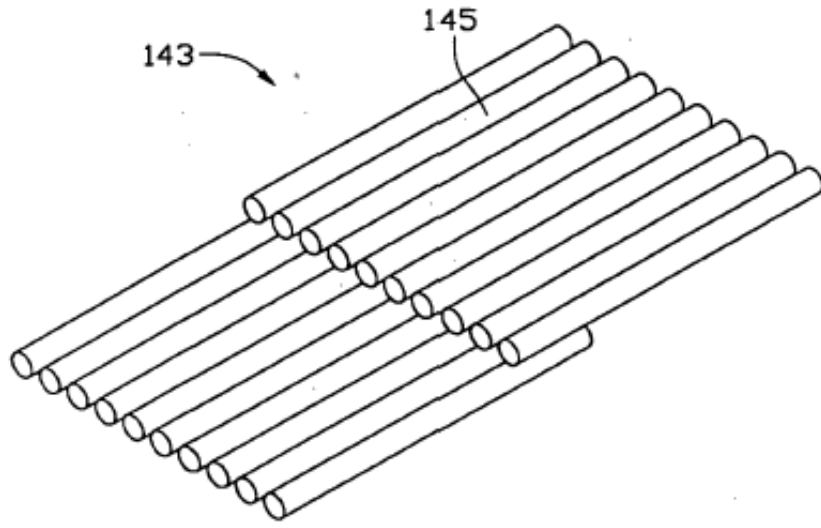


FIG. 7

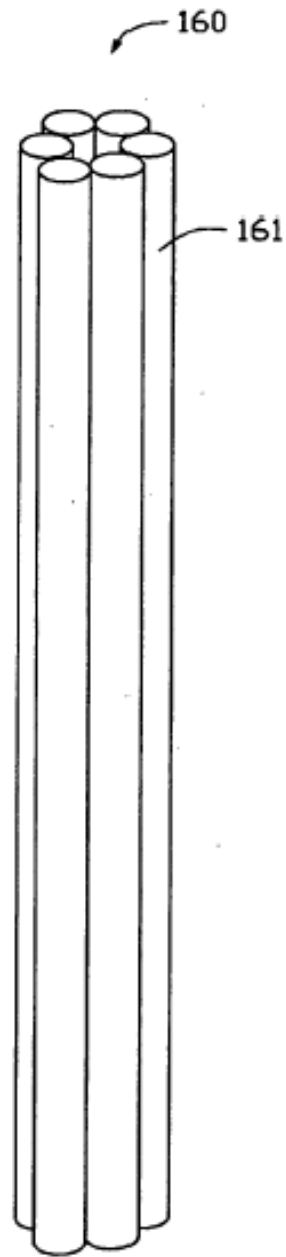


FIG. 8

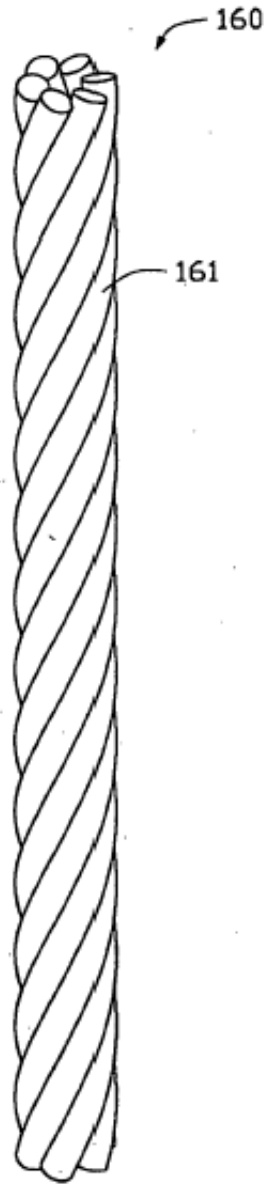


FIG. 9

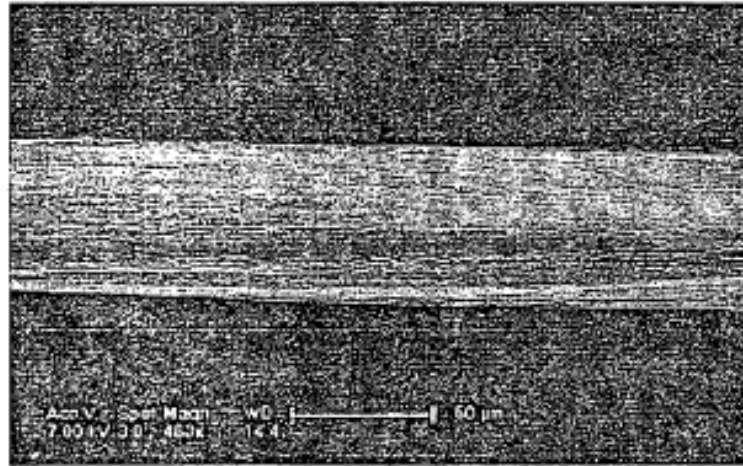


FIG. 10

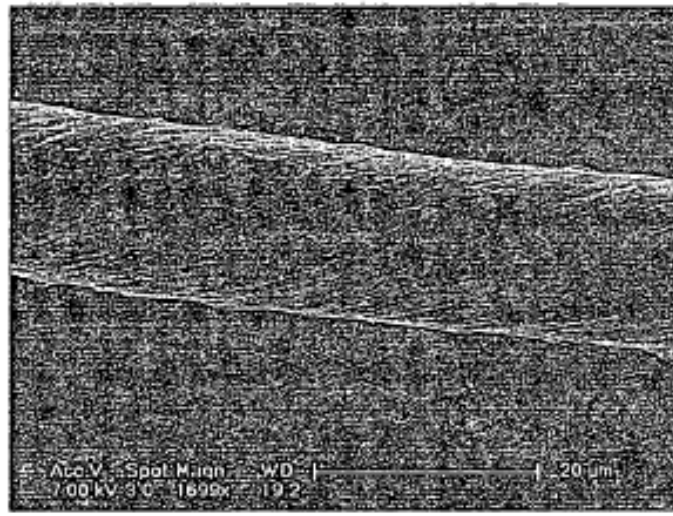


FIG. 11

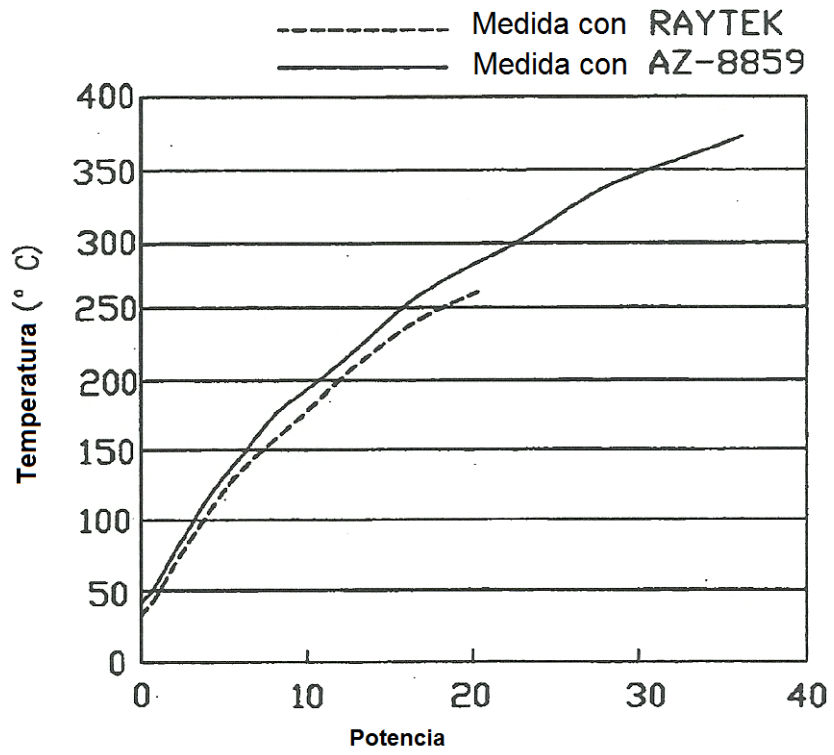


FIG. 12

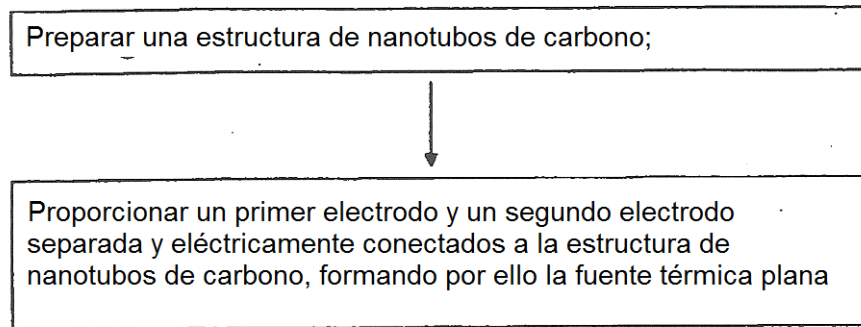


FIG. 13

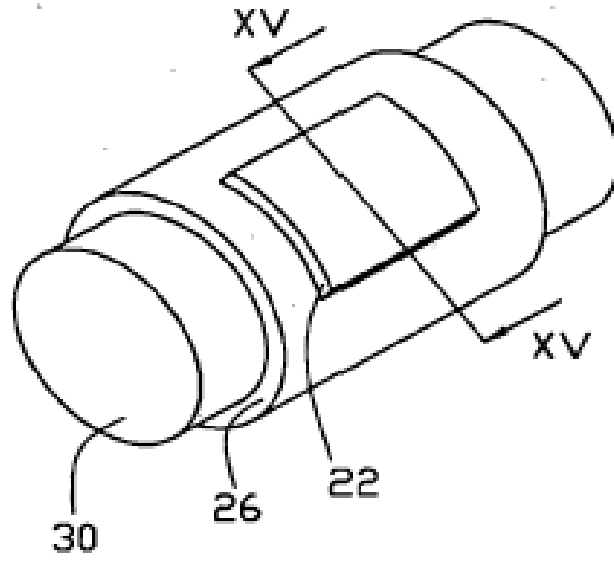


FIG. 14

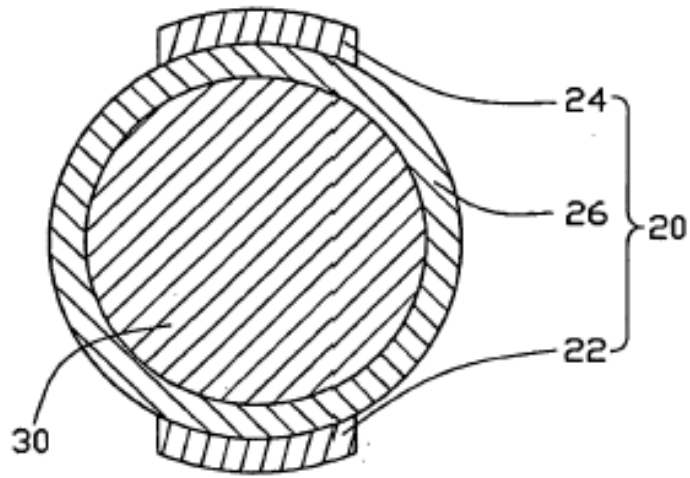


FIG. 15