

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 644**

51 Int. Cl.:

C09K 11/65 (2006.01)
C01B 31/06 (2006.01)
C09K 11/00 (2006.01)
C23C 16/27 (2006.01)
G01T 1/202 (2006.01)
G01T 1/29 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2007 E 07715019 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 2006349**

54 Título: **Elemento de detección de haz y detector de haz que lo usa**

30 Prioridad:

02.03.2006 JP 2006056750
05.01.2007 JP 2007000673

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.12.2015

73 Titular/es:

KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.) (100.0%)
10-26, WAKINOHAMA-CHO 2-CHOME
CHUO-KU KOBE-SHI, HYOGO 651-8585, JP

72 Inventor/es:

KOBASHI, KOJI ;
TACHIBANA, TAKESHI ;
YOKOTA, YOSHIHIRO y
HAYASHI, KAZUSHI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 554 644 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

Elemento de detección de haz y detector de haz que lo usa

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un detector de haz para detectar la posición, la intensidad y análogos de luz de haz irradiando una porción de irradiación de haz con los haces, tal como radiación de sincrotrón de alta energía, generada por una instalación de radiación de sincrotrón o análogos y a un supervisor de haz que usa el detector de haz anterior.

Antecedentes de la invención

En los últimos años, en la investigación y en el desarrollo en los campos de la atención médica, los materiales, la electrónica y análogos se han utilizado ampliamente instalaciones de radiación de sincrotrón y análogos, que generan haces ultravioleta a haces de rayos X. Dado que estos haces no pueden ser reconocidos a simple vista, no es fácil detectar exactamente la posición de los haces, como se ha descrito anteriormente, y por lo tanto el ajuste de un sistema óptico es difícil.

Además, dado que la energía de radiación de sincrotrón es alta, pueden producirse accidentes peligrosos en algunos casos de tal manera que un objeto que no se haya de irradiar o un experimentador sean irradiados por error con luz de alta energía, o de modo que un experimentador sea irradiado de forma inconsciente o indirecta con una gran cantidad de rayos x. Por lo tanto, se ha requerido un supervisor de haz y/o un método de detección de haz que puedan medir fácilmente la posición de haces de radiación en un período corto de tiempo. En general, dado que la energía de radiación de sincrotrón es alta, una placa fluorescente propiamente dicha, que se usa para observar la posición o análogos de haces de electrones, es dañada por ella; por lo tanto, no puede ser usada para la finalidad descrita anteriormente.

A continuación se describirá un supervisor de haz o un método de detección de haz según un ejemplo convencional con referencia a las figuras 8 a 10. La figura 8 es una vista estructural esquemática que representa un ejemplo de un dispositivo supervisor de haz de rayos X según un ejemplo convencional; la figura 9 incluye una vista superior y una vista en sección transversal, cada una de las cuales ilustra esquemáticamente un ejemplo de un supervisor de posición de radiación de sincrotrón según un ejemplo convencional; y la figura 10 es una vista en perspectiva que representa la estructura de un ejemplo de un supervisor de haz según un ejemplo convencional.

En primer lugar, como se representa en la figura 8, el dispositivo supervisor de haz de rayos X de transmisión según el ejemplo convencional tiene la estructura en la que películas fotoeléctricas 14 y 15 se han formado en una mitad de una superficie delantera y una mitad de una superficie trasera de una placa supervisora 12. En este supervisor de haz de rayos X, cuando se irradian haces de rayos X 11, se emiten electrones (fotoelectrones) a partir de las películas fotoeléctricas 14 y 15, y las cantidades de electrones emitidas desde las superficies individuales son medidas por tubos multiplicadores de electrones secundarios 16a y 16b. Dado que la película fotoeléctrica 14 en la superficie delantera y la película fotoeléctrica 15 en la superficie trasera están dispuestas de modo que no se solapen una con otra, se puede medir el desplazamiento unidimensional de los haces 11 de la posición central (véase el documento de Patente 1).

Sin embargo, el supervisor de haz de rayos X anterior según el ejemplo convencional puede estimar la posición central unidimensional (por ejemplo, a lo largo de la coordenada x), pero no puede determinar una posición bidimensional (a lo largo de la coordenada y). Con el fin de determinar la posición a lo largo de la coordenada y, se dispone necesariamente un segundo supervisor de haz de manera que sea perpendicular al primer supervisor de haz.

Sin embargo, por la estructura antes descrita, dado que los haces de radiación pasan dos veces a través de los supervisores anteriores, se produce absorción y dispersión de los haces, y, por lo tanto, la calidad de los haces se degrada desventajosamente. Además, las señales generadas por los electrones emitidos interfieren una con otra, y por lo tanto, también puede producirse el problema de que la posición central exacta del haz no puede ser determinada.

A continuación, como se representa en la figura 9, el supervisor de posición de radiación de sincrotrón según el ejemplo convencional usa una placa de diamante sintetizada en fase vapor 21 en forma de un disco que tiene un agujero 22 en el centro, y, alrededor de su periferia, cuatro electrodos metálicos divididos 23 y 23' en forma de abanicos están dispuestos en dos superficies de la placa de diamante 21. Cuando los electrodos de metal 23 y 23' son irradiados con radiación de sincrotrón, dado que se emiten fotoelectrones, supervisando una corriente de fotoelectrones, se estima la posición central de los haces de radiación. En el supervisor de posición de radiación de sincrotrón según el ejemplo convencional, dado que los cuatro electrodos metálicos divididos 23 y 23' están dispuestos, las coordenadas (x, y) de la posición central de los haces de radiación puede ser determinada (véase el documento de Patente 2).

En el supervisor de posición de radiación de sincrotrón descrito anteriormente, con el fin de detectar la posición central de los haces, la posición central de haz es estimada a partir de la corriente de fotoelectrones generada a partir de los electrodos 23 y 23' que miran uno a otro con la placa de diamante 21 interpuesta entremedio. Sin embargo, la estimación descrita anteriormente puede ser razonable a condición de que la distribución en sección transversal de la intensidad de haz tenga una forma circular perfecta. En general, la distribución en sección transversal de la intensidad de haz puede mostrar una forma oval deformada o una forma incluyendo dos círculos solapados uno con otro, y además, la distribución en sección transversal cambia con el tiempo.

Consiguientemente, el supervisor de posición de radiación de sincrotrón según el ejemplo convencional tiene los problemas de que la posición de haz no puede ser estimada exactamente y de que el cambio en la distribución en sección transversal tampoco puede ser captado. Además, con el método de supervisión según el ejemplo convencional, cuando los haces de radiación están desplazados en gran parte del agujero 22 situado en el centro del supervisor de posición de radiación de sincrotrón, no funciona. Es decir, se da la contradicción en sí misma de que cuando la posición de los haces de radiación no es conocida de antemano, la posición del haz de radiación no puede ser supervisada.

Además, dado que un supervisor de posición de radiación de sincrotrón según otro ejemplo convencional tiene una estructura similar a la representada en la figura 9, se describirá con referencia a la figura 9; es decir, el método de este supervisor es que se mide la corriente (fotocorriente) entre los electrodos 23 y 23' dispuestos en las dos superficies de la placa de diamante 21 en lugar de la producida por emisión de electrones, de modo que se estima la posición central de los haces de radiación. Aunque los haces de radiación descritos anteriormente tienen una difusión en cierta medida, cuando los haces de luz presentes en la periferia de los haces anteriores, que tienen una intensidad relativamente baja, pasan a través de la placa de diamante 21 dispuesta entre los electrodos 23 y 23', se genera gran número de pares de electrón-agujero en el diamante, y los electrones y los agujeros generados se mueven a los respectivos electrodos positivo y negativo 23 y 23', de modo que la corriente fluye entre los electrodos (véase el documento de Patente 3).

El supervisor de posición de radiación de sincrotrón del ejemplo convencional anterior es un supervisor para medir la fotocorriente que fluye entre los electrodos 23 y 23' que miran uno a otro con la placa de diamante 21 interpuesta entremedio, como se representa en la figura 9. Sin embargo, en general, dado que la calidad de película de una placa de diamante formada por una síntesis de fase vapor no es uniforme, incluso cuando los haces son irradiados a un supervisor de posición de manera simétrica, las salidas de los electrodos individuales no pueden ser equivalentes una a otra, y como resultado, existe el problema de que la posición de haz no puede ser estimada con exactitud. Además, como el caso descrito en el documento de patente anterior 2, cuando los haces de radiación están desplazados en gran parte del centro del supervisor de posición de radiación de sincrotrón, no funciona de ninguna manera.

Además, como se representa en la figura 10, un supervisor de haz propuesto como otro ejemplo convencional tiene una primera unidad 37 compuesta por un par de placas de diamante 31a y 31b, que están dispuestas de modo que sus superficies de extremo estén separadas y sean paralelas una a otra y que cada una tenga electrodos 33 en dos superficies, y una segunda unidad 38 dispuesta aparte de la primera unidad 37 en la dirección en la que avanzan los haces a medir.

Además, al mismo tiempo, en la segunda unidad 38 de este supervisor de haz, al menos un conjunto de un par de placas de diamante 31c y 31d, que están dispuestas de modo que sus superficies de extremo estén separadas paralelas uno a otro y que cada una tenga electrodos 33 en dos superficies, está dispuesto en la dirección en la que avanzan los haces 36 a medir, y al menos un conjunto de placas de diamante entre las placas de diamante 31a, 31b, 31c y 31d que forman la primera unidad 37 y la segunda unidad 38 puede ajustar intervalos 41a y 41b entremedio (véase el documento de Patente 4).

Documento de Patente 1: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 7-318657

Documento de Patente 2: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 8-279624

Documento de Patente 3: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 8-297166

Documento de Patente 4: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 11-174199

EP0736780 describe un supervisor de posición de haz de rayos X, incluyendo una placa de diamante colocada de modo que el haz de rayos X pase a través de la placa de diamante, y una pluralidad de pares de electrodos colocados en ambos lados de la placa de diamante. Una baja resistividad a formar en la placa de diamante se puede formar dopando una cantidad suficiente de impurezas mientras el diamante se hace crecer por síntesis de fase vapor. Las impurezas a dopar incluyen, por ejemplo, B, Al, Li, P y Se.

Descripción de la invención

Problemas a resolver con la invención

- 5 El supervisor de haz anterior se forma dopando boro en las placas de diamante 31a, 31b, 31c y 31d. Sin embargo, el principio de medición del supervisor de haz según este ejemplo convencional es medir la corriente generada en las placas de diamante, y con el fin de obtener una placa de diamante que tenga una resistividad baja, el dopado se realiza simplemente usando boro. Por lo tanto, surge un problema similar al del supervisor de posición de radiación de sincrotrón propuesto en el documento de Patente 2 según el ejemplo convencional anterior.
- 10 Es decir, ha habido problemas porque la posición de haz no puede ser estimada con exactitud y el cambio en la distribución en sección transversal tampoco puede ser captado. Además, cuando los haces de radiación están desplazados en gran parte del centro del supervisor de posición de radiación de sincrotrón, no funciona de ninguna manera. Es decir, se da la contradicción en sí misma de que cuando la posición de los haces de radiación no se conoce de antemano, la posición del haz de radiación no puede ser supervisada.
- 15 La presente invención se ha concebido en consideración de los problemas descritos anteriormente, y un objeto de la presente invención es proporcionar un detector de haz y un supervisor de haz que lo usa, siendo capaz el detector de haz de detectar de forma exacta y estable, durante un período de tiempo largo, la posición, la distribución de intensidad, y el cambio con el tiempo de haces de radiación, haces de rayos X blandos, y análogos, que son de alta energía a baja energía; y que se fabrica a bajo costo en comparación con el de un dispositivo de detección convencional.
- 20

Medios para resolver los problemas

- 25 Con el fin de lograr el objeto anterior, según el medio empleado por un detector de haz según la presente invención, al menos una porción de irradiación de haz del detector de haz para detectar la posición y la intensidad de los haces se forma a partir de una película de diamante autónoma, y dicha película de diamante es una película de diamante policristalino (C) conteniendo al menos un elemento (X) seleccionado del grupo que consta de silicio (Si), nitrógeno (N), litio (Li), berilio (Be), boro (B), fósforo (P), azufre (S), níquel (Ni) y vanadio (V).
- 30 Al mismo tiempo, el detector de haz se caracteriza porque, dado que el detector de haz está diseñado de modo que al menos un elemento seleccionado de los elementos X anteriores se contenga en la película de diamante policristalino en un X/C de 0,1 a 1.000 ppm, se imparte una función de emisión de luz consistente en emitir luz a la película de diamante policristalino cuando es irradiada con haces.
- 35 El detector de haz también se caracteriza porque los haces son haces de radiación de sincrotrón y la película de diamante usa una película de diamante policristalino que emite luz en una región de irradiación de haz a una energía de 5 a 300 keV.
- 40 El detector de haz también se caracteriza porque al menos parte de la película de diamante es sujeta por un sustrato y la película de diamante policristalino tiene un grosor de película de 0,1 μm a 3 mm.
- El detector de haz también se caracteriza porque la película de diamante policristalino incluye granos de diamante que tienen un diámetro de grano medio de 0,1 μm a 1 mm.
- 45 El detector de haz también se caracteriza porque la longitud de onda de emisión de luz es de 150 a 800 nm.,
- El detector de haz también se caracteriza porque la emisión de luz tiene una intensidad máxima en una región de longitud de onda de 730 a 760 nm.
- 50 El detector de haz también se caracteriza porque la emisión de luz tiene una intensidad máxima en una región de longitud de onda de 500 a 600 nm.
- El detector de haz también se caracteriza porque la película de diamante policristalino tiene una planeidad superficial de 30 a 100 nm.
- 55 El detector de haz también se caracteriza porque una pluralidad de los detectores de haz están montados formando una estructura de módulo.
- 60 El detector de haz también se caracteriza porque la película de diamante policristalino forma una estructura de película autónoma y dicha porción de película autónoma es la porción de irradiación de haz a irradiar con haces.
- El detector de haz también se caracteriza porque la película de diamante policristalino incluye la porción de irradiación de haz y una porción de película gruesa que tiene un grosor mayor que el de la porción de irradiación de haz.
- 65

El detector de haz también se caracteriza porque el sustrato es un sustrato de silicio o un compuesto en el que una película fina de dióxido de silicio está dispuesta entre un sustrato y una película de diamante policristalino.

El medio empleado por un supervisor de haz según la presente invención se caracteriza porque un supervisor de haz que tiene un detector de haz para detectar la posición e intensidad de haces, incluye el detector de haz de la presente invención y un medio de observación de emisión de luz para observar el fenómeno anterior de emisión de luz, y porque por el estado de emisión de luz observado por este medio de observación de emisión de luz, se detectan la posición y la intensidad de los haces.

El supervisor de haz también se caracteriza porque los haces son haces de radiación, la película de diamante usa una película de diamante policristalino que emite luz en una región de irradiación de haz a una energía de 5 a 300 keV, y el medio de observación de emisión de luz incluye una cámara.

Ventajas

Dado que el detector de haz de la presente invención incluye una porción de irradiación de haz, que se forma usando al menos una película de diamante policristalino, para detectar la posición y la intensidad de haces, y dicha película de diamante policristalino es una película de diamante policristalino (C) conteniendo al menos un elemento (X) seleccionado del grupo que consta de silicio (Si), nitrógeno (N), litio (Li), berilio (Be), boro (B), fósforo (P), azufre (S), níquel (Ni) y vanadio (V) en un X/C de 0,1 a 1.000 ppm, cuando los haces son irradiados a dicha película de diamante, se le imparte una función de emisión de luz consistente en emitir luz: por lo tanto, se puede obtener luz monocromática, tal como luz visible o luz ultravioleta, que tiene suficiente intensidad, a partir de un punto de irradiación de haz.

La luz visible excitada dentro de la película de diamante es emitida fuera de la película dispersándose al mismo tiempo por diminutos límites de grano cristalino presentes dentro de la película de diamante policristalino. Por lo tanto, hablando en términos exactos, el diámetro de haz detectado es mayor que el diámetro de haz real en el orden de micras debido a la difusión de los haces. Sin embargo, en la práctica, la difusión en el orden de micras no originará problemas. Por otra parte, cuando la película de diamante se forma de un solo cristal, dado que no hay límites de grano en la película, no tiene lugar dispersión interna; sin embargo, la luz visible excitada se refleja en la superficie de la película y luego es extraída fuera de la película desde una porción de borde de una muestra. Como resultado, no se observa un punto de haz, y por lo tanto el monocristal no puede ser usado para la detección de posición de haz.

Además, en el detector de haz de la presente invención, dado que los haces son haces de radiación, la película de diamante usa una película de diamante policristalino que emite luz en una región de radiación de haz a una energía de 5 a 300 keV, y la longitud de onda de emisión de luz es de 150 a 800 nm, cuando la emisión de luz está en la región de luz visible, el punto de irradiación de los haces de radiación puede ser reconocido a simple vista, y por lo tanto la posición de irradiación de los haces puede ser identificada a simple vista.

Además, en el detector de haz de la presente invención, dado que al menos parte de la película de diamante es sujeta por un sustrato, el grosor de película de la película de diamante policristalino es 0,1 μm a 3 mm, y el diámetro de grano medio de los granos de diamante es 0,1 μm a 1 mm, se puede obtener haces de radiación de transmisión de alta calidad que tienen un tamaño adecuado de la región de emisión de luz y apropiada luminancia de emisión de luz.

Además, en el detector de haz de la presente invención, dado que la emisión de luz tiene una intensidad máxima en una región de longitud de onda de 730 a 760 nm o 500 a 600 nm, que es la emisión de luz relativa a silicio (Si) y boro (B), respectivamente, contenido en la película de diamante policristalino, la intensidad de emisión de luz es especialmente significativa; por lo tanto, la emisión de luz puede ser detectada fácilmente, de modo que la posición de haz puede ser identificada.

En el detector de haz de la presente invención, dado que la planeidad superficial de la película de diamante policristalino es de 30 a 100 nm, la intensidad de emisión de luz por haces de radiación se mejora de 2 a 5 veces en comparación con la de una película de diamante no pulida.

Además, en el detector de haz de la presente invención, dado que una pluralidad de detectores de haz están montados formando una estructura de módulo, las posiciones y las intensidades de múltiples tipos de haces de irradiación pueden ser detectadas y observadas simultáneamente.

Además, en el detector de haz de la presente invención, dado que la película de diamante policristalino forma una estructura de película autónoma, y dado que esta porción de película autónoma es la porción de irradiación de haz a irradiar con haces, no tiene lugar rotura ni siquiera con haces de electrones de corrientes grandes.

Además, en el detector de haz de la presente invención, dado que la película de diamante policristalino incluye la porción de irradiación de haz y una porción de película gruesa que tiene un grosor mayor que el de la porción de

irradiación de haz, se puede evitar el aumento de temperatura de la porción de irradiación de haz.

En el detector de haz de la presente invención, dado que el sustrato es un sustrato de silicio o un compuesto en el que una película fina de dióxido de silicio está dispuesta entre un sustrato y una película de diamante policristalino, la planeidad del sustrato y su perpendicularidad a haces de radiación se puede asegurar fácilmente.

Además, en el supervisor de haz de la presente invención que es un supervisor de haz que tiene un detector de haz para detectar la posición y la intensidad de haces, dado que se facilitan el detector de haz y el medio de observación de emisión de luz para observar el fenómeno anterior de emisión de luz, incluso cuando la emisión de luz se realiza en una región de luz invisible, por el estado de emisión de luz observado por este medio de observación de emisión de luz, la posición y la intensidad de los haces pueden ser detectadas.

Además, en el supervisor de haz de la presente invención, dado que los haces son haces de radiación, la película de diamante usa una película de diamante policristalino que emite luz en una región de irradiación de haz a una energía de 5 a 300 keV, y el medio de observación de emisión de luz incluye una cámara, los haces de radiación en una región de longitud de onda ancha y en un amplio rango de energía, que corresponden a desde una región de rayos X blandos a una región de rayos ultravioleta, pueden ser supervisados, y además, se puede tomar una imagen de punto clara usando la cámara anterior. Además, usando una videocámara o análogos como la cámara, la posición y la distribución de intensidad de haces de radiación se pueden medir en tiempo real.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática que representa esquemáticamente una superficie delantera de un detector de haz según la realización 1 de la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva esquemática que representa esquemáticamente una superficie trasera del detector de haz según la realización 1 de la presente invención.

La figura 3 es una vista esquemática en sección transversal que representa esquemáticamente una estructura completa de un supervisor de haz usando el detector de haz según la realización 1 de la presente invención.

La figura 4 es una vista esquemática en planta que representa esquemáticamente una superficie delantera de un detector de haz según la realización 2 de la presente invención.

La figura 5 es una vista que representa un ejemplo de observación de un espectro de emisión de luz obtenido de un supervisor de haz según la presente invención, que tiene un detector de haz incluyendo una película de diamante policristalino dopada con silicio (Si).

La figura 6 es una vista que representa un ejemplo de observación de un espectro de emisión de luz obtenido de un supervisor de haz según la presente invención, que tiene un detector de haz incluyendo una película de diamante policristalino dopada con boro (B).

La figura 7 es una vista que representa la intensidad de un punto de irradiación con respecto a una dosis de rayos X a un detector de haz según el ejemplo 2 de la presente invención.

La figura 8 es una vista estructural esquemática que representa un ejemplo de un dispositivo supervisor de haz de rayos X según un ejemplo convencional.

La figura 9 incluye una vista superior y una vista en sección transversal que ilustran esquemáticamente un ejemplo concreto de un supervisor de posición de radiación de sincrotrón según un ejemplo convencional.

La figura 10 es una vista en perspectiva que representa la estructura de un ejemplo de un supervisor de haz según un ejemplo convencional.

Números de referencia

1: supervisor de haz

2, 20: detector de haz

3, 3a: medio de observación de emisión de luz

4: película de diamante policristalino

5: sustrato

6: porción de irradiación de haz

7: haz de radiación

5 7a: punto de irradiación de haz

8, 8a: emisión de luz

Mejores modos de llevar a la práctica la invención

10 En primer lugar, un detector de haz según la realización 1 de la presente invención y un supervisor de haz que lo usa se describirán con referencia a las figuras 1 a 3. La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática que representa esquemáticamente una superficie delantera del detector de haz según la realización 1 de la presente invención, y la figura 2 es una vista en perspectiva esquemática que representa esquemáticamente una superficie trasera del detector de haz según la realización 1 de la presente invención. Además, la figura 3 es una vista esquemática en sección transversal que representa esquemáticamente toda la estructura de un supervisor de haz usando el detector de haz según la realización 1 de la presente invención.

20 En un detector de haz 2 según la realización 1 de la presente invención, como se representa en las figuras 1 y 2, se forma una película de diamante policristalino (C) 4 en una superficie trasera de un sustrato 5, y el sustrato 5 es un bastidor que tiene una forma de aro formada solamente a lo largo de la periferia de la película de diamante. Además, la película de diamante policristalino 4 está dopada, por ejemplo, con silicio (Si) en una relación atómica Si/C de 0,1 a 1.000 ppm.

25 Dado que se incorporan átomos de Si en la película de diamante policristalino 4, como se describe más adelante con referencia a la figura 3, cuando se irradian haces de radiación 7, la emisión 8 de luz monocromática roja que tiene suficiente intensidad se realiza a partir de un punto de irradiación 7a. Cuando la relación atómica Si/C es inferior a 0,1 ppm, la intensidad de emisión de luz es excesivamente baja, y cuando Si/C es más de 1.000 ppm, la cristalinidad de la película de diamante 4 se degrada, de modo que la intensidad de emisión de luz disminuye.

30 Además, en particular, la relación atómica Si/C está preferiblemente en un rango de 1 a 100 ppm y más preferiblemente en un rango de 5 a 50 ppm.

Como otros elementos preferibles a dopar en la película de diamante policristalino 4, por ejemplo, se puede indicar al menos un elemento (X) seleccionado del grupo que consta de silicio (Si), nitrógeno (N), litio (Li), berilio (Be), boro (B), fósforo (P), azufre (S), níquel (Ni) y vanadio (V).

Además, cuando el elemento X antes indicado se dopa a una relación atómica X/C de 0,1 a 1.000 ppm, y la película de diamante policristalino 4 es irradiada con haces, a partir del punto de irradiación de haz de radiación 7a se puede obtener luz visible, luz ultravioleta, o análogos que tienen una intensidad suficiente. Los límites superior e inferior y el rango deseado de la concentración total (X/C) de las impurezas anteriores son similares a los el caso de Si anterior.

Además, en el detector de haz 2 se quita el sustrato en una región de la porción de irradiación de haz 6 a través de la que pueden pasar los haces de radiación 7 cuando es irradiada, y la película de diamante policristalino 4 tiene una estructura autónoma como la representada en la figura 3. La estructura antes descrita se puede formar, por ejemplo, mediante los pasos de usar silicio como el sustrato 5, enmascarar una región distinta de la que se quite usando un material resistente a los ácidos, y realizar posteriormente ataque químico con una solución de ácido fluorhídrico-ácido nítrico.

Es preferible que el grosor de película de la película de diamante policristalino 4 sea pequeño, por ejemplo de 5 a 30 μm , en la porción de irradiación de haz 6 y que sea grande, por ejemplo de 70 a 100 μm , en la otra parte del sustrato 5. La distribución de grosor de película de la película de diamante policristalino 4 descrita anteriormente se puede realizar usando una técnica de crecimiento selectivo de la película de diamante 4. Como se ha descrito anteriormente, la razón por la que el grosor de la película de diamante 4 se pone pequeño en la porción de irradiación de haz 6 y se pone grande en la otra parte es suprimir un aumento de la temperatura de la porción de irradiación de haz 6.

Dado que el detector de haz 2 de la presente invención tiene una estructura simple como la representada en las figuras 1 y 2, en comparación con los detectores de haz que requieren un proceso de producción complicado descrito en los documentos de patente 1 a 4 según los ejemplos convencionales, el costo de fabricación se puede reducir de forma significativa.

Además, como se representa en la figura 3, un detector de radiación de sincrotrón 1 según la realización 1 de la presente invención tiene el detector de haz 2 según la realización 1 de la presente invención descrita anteriormente, y un medio de observación de emisión de luz 3 dispuesto en el lado de irradiación de los haces de radiación 7. La película de diamante policristalino 4 que forma la porción de irradiación de haz 6 del detector de haz anterior 2 es irradiada con los haces de radiación 7 para realizar la emisión de luz 8 a partir de la película de diamante

policristalino 4, y dicha emisión de luz 8 es observada por el medio de observación de emisión de luz 3, de modo que se detecten el punto de irradiación 7a y la intensidad de la luz de haz 7.

En el fenómeno de emisión de luz descrito anteriormente, dado que la emisión de luz desde el punto de irradiación de haz 7a tiene lugar uniformemente en todas las direcciones, por ejemplo, la emisión de luz 8a al lado trasero del detector de haz 2 puede ser observada con un medio de observación de emisión de luz 3a. El medio de observación de emisión de luz 3 anterior puede usar una cámara óptica general o una cámara digital, una cámara CCD ultravioleta, una videocámara, o análogos.

En cuanto al grosor de película de la película de diamante policristalino 4, su valor óptimo lo determina la energía o la densidad de energía de los haces de radiación incidentes 7. En general, un grosor de película apropiado de la película de diamante policristalino 4 es de 0,1 μm a 3 mm. Cuando el grosor de película es inferior a 0,1 μm , dado que la región de emisión de luz es excesivamente pequeña, la intensidad de emisión de luz es muy baja.

Por otra parte, cuando el grosor de película es superior a 3 mm, la síntesis de la película de diamante policristalino 4 tarda mucho tiempo, el costo de fabricación se incrementa, y los haces de radiación transmitidos 7 son absorbidos y dispersados por la película de diamante policristalino 4, de modo que se degrada la calidad de los haces de radiación transmitidos 7. Aunque depende de las condiciones de aplicación, el grosor de película de la película de diamante policristalino 4 es más preferiblemente del rango de 3 a 20 μm .

El diámetro de grano de la película de diamante policristalino 4 tiene relación con la luminancia de emisión de luz, y el diámetro de grano medio es preferiblemente del rango de 0,1 μm a 1 mm. Cuando el diámetro de grano medio es inferior a 0,1 μm , la cantidad de un componente no diamante se incrementa en la película de diamante policristalino 4, y por ello se incrementa también la densidad de defectos cristalinos, de modo que se degrada la luminancia de emisión de luz.

Por otra parte, cuando el diámetro de grano medio es superior a 1 mm, la formación de la película tarda mucho tiempo, y el costo de fabricación se incrementa. Además, los haces de radiación transmitidos 7 son absorbidos y dispersados por la película de diamante que tiene un diámetro de grano grande, y la calidad de los haces de radiación transmitidos 7 se degrada. Cuando se toma en consideración el tiempo de síntesis para la película de diamante policristalino 4, el diámetro de grano medio de diamante es más preferiblemente del rango de 1 a 10 μm .

Cuando la película de diamante policristalino 4 de la presente invención es irradiada con los haces de radiación 7 a una energía de 5 a 300 keV, la emisión de luz 8 que tiene una longitud de onda de emisión de luz en un rango de 150 a 800 nm puede ser emitida a partir de la película de diamante policristalino 4. Cuando la emisión de luz 8 está en la región de luz visible, el punto de irradiación 7a de los haces de radiación 7 puede ser reconocido a simple vista, y cuando la emisión de luz 8 está en una región que tiene una longitud de onda más corta que la luz visible, usando una cámara CCD ultravioleta como el medio de observación de emisión de luz 3, el punto de irradiación 7a puede ser identificado.

Además, la planeidad superficial de la película de diamante policristalino 4 es preferiblemente del rango de 30 a 100 nm. Cuando la planeidad superficial de la película de diamante policristalino 4 se pone a un rango de 30 a 100 nm, la intensidad de emisión de luz por los haces de radiación 7 se mejora de 2 a 5 veces. Las razones por las que la planeidad superficial se pone como se ha descrito anteriormente son que cuando la planeidad superficial se pone a menos de 30 nm, dado que hay que realizar un proceso durante un tiempo especialmente largo para formar el diamante policristalino, y el pulido-planarización de la superficie de la película se debe realizar durante un tiempo especialmente largo, el costo se incrementa excesivamente, y, por otra parte, cuando la planeidad superficial es más de 100 nm, se degrada la tasa de extracción de luz por la dispersión de luz en la superficie de la película.

La planeidad superficial de la película de diamante policristalino 4 se puede mejorar realizando un proceso de pulido mecánico y/o químico mecánico en la superficie de dicha película de diamante 4. Como el proceso de pulido indicado anteriormente, por ejemplo, se puede citar un método de pulido químico mecánico en el que se sumerge diamante en un líquido de pulido conteniendo granos abrasivos, tales como alúmina, sílice o titanio, dispersados en agua, y el pulido se efectúa en la superficie del diamante por abrasión, o un método en el que, en una cámara de vacío capaz de controlar la presión parcial de oxígeno y una temperatura interna, se pule el diamante mientras que los óxidos metálicos de hierro, níquel, cobalto y cobre son reducidos por el carbono presente en una porción de capa superficial del diamante. Además, la planeidad superficial se puede medir fácilmente con medidor de aguja escalonado o un microscopio usando interferencia/diferencia de fase de luz láser.

A continuación se describirá un detector de haz según la realización 2 de la presente invención con referencia a la figura 4. La figura 4 es una vista esquemática en planta que representa esquemáticamente una superficie delantera del detector de haz según la realización 2 de la presente invención. La diferencia de la realización 2 con respecto a la realización 1 de la presente invención es que no toda estructura del detector de haz se ha formado como se representa en la figura 1. Además, dado que la estructura restante es la misma que la descrita anteriormente, los mismos elementos constituyentes que los de la realización 1 se designan con los mismos números de referencia descritos anteriormente, y el punto diferente se describirá a continuación.

Es decir, como se representa en la figura 4, en un detector de haz 20 según la realización 2 de la presente invención, múltiples porciones de irradiación de haz 6 están conectadas una a otra en un plano formando una estructura de módulo. En la estructura descrita anteriormente, el rango de detección de haces se puede incrementar.

5 Además, cuando se forma el módulo descrito anteriormente, no siempre hay que realizar conexión en un plano, y según la aplicación, la conexión se puede realizar para formar una superficie curvada.

10 A continuación se describirán con referencia a las figuras 5 y 6 un ejemplo en el que se observa un espectro de emisión de luz del supervisor de haz 1 de la presente invención. La figura 5 es un ejemplo de observación de un espectro de emisión de luz del supervisor de haz según la presente invención, que tiene un detector de haz incluyendo una película de diamante policristalino dopada con silicio (Si), y la figura 6 es un ejemplo de observación de un espectro de emisión de luz del supervisor de haz según la presente invención, que tiene un detector de haz incluyendo una película de diamante policristalino dopada con boro (B).

15 En primer lugar, en el ejemplo representado en la figura 5 en el que se dopó silicio (Si) en la película de diamante policristalino 4, por irradiación de los haces de radiación 7, se observó una banda de emisión de luz intensiva a una longitud de onda de $738 \pm 0,5$ nm (anchura de semionda: $6 \pm 0,5$ nm). Se tomó un punto rojo brillante con una videocámara, y éste es un efecto de seleccionar una relación atómica Si/C de Si con el fin de obtener una anchura estrecha de espectro de emisión de luz y suficiente intensidad de emisión de luz. Además, en el ejemplo
20 representado en la figura 6 en el que se dopó boro (B) en la película de diamante policristalino 4, por irradiación de los haces de radiación 7, se observó una banda de emisión de luz intensiva a una longitud de onda de 540 ± 10 nm.

25 Como se ha descrito anteriormente, la emisión de luz tiene preferiblemente una intensidad máxima en una región de longitud de onda de 730 a 760 nm o de 500 a 600 nm. La razón de esto es que cuando la emisión de luz 8 está en un rango de longitudes de onda de 730 a 760 nm o de 500 a 600 nm, que se refiere a silicio (Si) o boro (B), respectivamente, contenido en la película de diamante policristalino, dado que su intensidad es especialmente significativa, la emisión de luz puede ser detectada fácilmente, y por lo tanto la posición de haz puede ser identificada.

30 Dado que el detector de haz 2 de la presente invención se forma usando diamante que tiene conductividad térmica alta, no tiene lugar sobrecalentamiento local en el punto de haz de radiación 7a. Además, dado que el diamante se forma de carbono, que tiene un número atómico pequeño (es decir, un pequeño número de electrones), el detector de haz se caracteriza porque la interacción con rayos de radiación 7 es pequeña y su absorción apenas tiene lugar. Consiguientemente, proporcionando los detectores de haz 2 en el lado incidente y el lado de transmisión de los
35 haces de radiación 7 con respecto a una muestra también se puede medir la posición y el cambio en intensidad de los haces de radiación 7.

40 Además, la planeidad superficial y el grado de paralelización (perpendicularidad a los haces de radiación) de la película de diamante policristalino 4 de una película de diamante autónoma 6 pueden ser importantes en algunos casos. Por lo tanto, la superficie crecida de la película de diamante policristalino 4 puede ser planarizada por pulido o se puede usar una pastilla de silicio que tenga una superficie plana como el sustrato, de modo que se pueda asegurar la planeidad superficial.

45 Además, con el fin de asegurar la perpendicularidad a los haces de radiación 7, por ejemplo, se puede usar efectivamente un método (1) en el que se use una placa de silicio que tenga un grosor de aproximadamente 1 cm como el sustrato 5 con el fin de evitar que la película de diamante policristalino 4 se alabee, y un método (2) en el que parte del sustrato 5 se recubre con dióxido de silicio de antemano con el fin de reducir la diferencia del coeficiente de expansión térmica entre la película de diamante 4 y el sustrato 5.

50 Dado que el detector de haz 2 de la presente invención se forma usando diamante que tiene durabilidad contra los rayos de radiación, además de radiación de sincrotrón, se puede usar para medición de haces de alta energía, como los haces de electrones y partículas de radiación aceleradas. En particular, dado que la película de diamante policristalino 4 se forma de manera que tenga una estructura de película autónoma, se puede usar como una porción de detección que no se dañe ni siquiera por haces de electrones de corrientes grandes.

55 Además, aunque la realización típica del detector de haz 2 de la presente invención se representa en las figuras 1 y 2, en la presente invención, en principio, la película de diamante policristalino 4 puede ser irradiada con los haces de radiación 7 con el fin de producir el fenómeno de emisión de luz (luz visible o luz ultravioleta) 8; por lo tanto, no siempre es necesario que una película de diamante policristalino 2 tenga una estructura de película autónoma.
60 Además, como sustrato 5, además de un sustrato de silicio, también se puede usar un metal de punto de fusión alto o una cerámica, y también se puede usar un compuesto en el que una película fina de dióxido de silicio esté dispuesta entre un sustrato, como un sustrato de silicio, y una película de diamante policristalino. Los ejemplos modificados descritos anteriormente también caen dentro del rango de la presente invención.

65 Además, cuando el detector de haz se usa para los haces de radiación intensiva 7, se puede evitar un aumento de la temperatura de la película de diamante policristalino 4 de la porción de irradiación de haz 6 recubriendo el sustrato

5 y la película de diamante policristalino 4 en una posición distinta de la porción de irradiación de haz 6 con una película de metal, tal como aluminio, que tenga una conductividad térmica alta y excelente manejabilidad, seguido de conectar la porción de recubrimiento anterior a una herramienta de enfriamiento con agua.

5 Ejemplos

<Ejemplo 1>

El detector de haz 2 representado en las figuras 1 y 2 se formó siguiendo el proceso siguiente. En primer lugar, se aplicó ondas ultrasónicas sobre un sustrato de silicio que tenía un diámetro de 1 pulgada en una suspensión de etanol conteniendo un polvo de diamante que tenía un diámetro de varias decenas de micras, para efectuar un tratamiento para promover la generación nuclear. Después de lavar el polvo de diamante adherido sobre el sustrato, el sustrato de silicio se colocó en un aparato CVD de plasma de microondas, de modo que se formase una película de diamante. Como gas inicial se usó una mezcla de gas conteniendo 1 por ciento en volumen de metano y 99 por ciento en volumen de hidrógeno. La presión de gas se puso a 45 Torr y la temperatura del sustrato se puso a 800°C.

Con el fin de incorporar Si en la película de diamante policristalino, también se añadió al gas inicial silano (SiH_4) o disilano (Si_2H_6) diluido con hidrógeno, o se colocó un trozo de pastilla de silicio al lado del sustrato de silicio. Como resultado, mediante la formación de la película realizada durante 8 a 30 horas, se obtuvo una película de diamante policristalino que tenía un grosor de 10 a 40 μm . Se confirmó que los átomos de Si se habían incorporado en la película a una concentración de 5 a 50 ppm. Además, el diámetro de grano medio de granos de diamante de la película era aproximadamente 20 μm .

A continuación, se realizó lavado superficial en la película de diamante policristalino en una solución saturada de ácido crómico-ácido sulfúrico a aproximadamente 200°C, y el lavado superficial se realizó además en aqua regia a 100°C. Posteriormente, la superficie trasera del sustrato de silicio se protegió con una película de poliimida que no era probable que se disolviese por una mezcla de ácido fluorhídrico y ácido nítrico y posteriormente se sumergió en la mezcla anterior, de modo que se quitase silicio en una región a través de la que los haces de radiación podían pasar.

El detector de haz así formado se colocó sobre una plataforma de sujeción, y usando una cámara CCD en color como medio de observación de emisión de luz, se formó un supervisor de haz. Cuando se irradiaron haces de radiación a una energía de 5 a 300 keV a la porción de irradiación de haz, se observó una emisión de luz rojo claro a partir de una región de película de diamante policristalino en un punto de irradiación de los haces de radiación. La medición se realizó cambiando un voltaje de aceleración/corriente de haces de radiación de sincrotrón, y se confirmó que la luminancia del punto de irradiación cambiaba proporcionalmente a la energía de la radiación de sincrotrón. Además, cuando se amplificó el punto de irradiación y luego se observó, se halló que la forma en sección transversal de los haces cambiaba de forma complicada con el tiempo.

<Ejemplo 2>

Se formó diamante dopado con boro por un proceso similar al del ejemplo 1. Al objeto de dopar boro en una película de diamante policristalino, también se añadió al gas inicial diborano (B_2H_6) o trimetilboro ($\text{B}(\text{CH}_3)_3$) diluido con hidrógeno, o se puso un trozo de ácido bórico (B_2O_3) al lado del sustrato de silicio. Como resultado, mediante la formación de la película realizada durante 20 a 75 horas, se obtuvo una película de diamante policristalino que tenía un grosor de 15 a 48 μm . Se confirmó que átomos de boro se habían incorporado a la película a una concentración de 1 a 100 ppm.

A partir de la muestra de diamante dopada con boro descrita anteriormente, por un método similar al del ejemplo 1, se procesó parte del sustrato de silicio por un tratamiento de ataque químico, de modo que se formase un detector de haz. Cuando el detector de haz así formado fue irradiado con haces de rayos X que tenían una energía de 15 keV, a partir de la película de diamante policristalino en el punto de irradiación se observó emisión de luz azul-verde. Además, cuando la observación se realizó cambiando la dosis de haces de rayos X a irradiar, como se representa en la figura 7, la luminancia del punto de irradiación cambió proporcionalmente a la dosis. Además, el dopado con Si representado en la figura 7 indica el cambio en la intensidad de emisión de luz de la muestra formada en el ejemplo 1.

<Ejemplo 3>

De manera similar a la del ejemplo 1, se formaron películas de diamante policristalino incorporando Si, N, Li, Be, B, P y S en películas de diamante policristalino formando un detector de haz. Cuando estos elementos fueron incorporados a las películas de diamante policristalino, se confirmó que la emisión de luz visible a luz ultravioleta se realizaba desde el punto de irradiación por la energía de radiación de sincrotrón. Sin embargo, como se expone en la tabla 1, los espectros de emisión de luz eran significativamente diferentes uno de otro por los tipos de elementos de adición y sus concentraciones.

Tabla 1

Elemento de adición	Método para añadir elemento a película de diamante	Longitud de onda de emisión de luz (nm)
Si	Se añade SiH ₄ o Si ₂ H ₆ a gas inicial.	516-539, 738
N	Se añade N ₂ o NH ₃ a gas inicial.	389, 415, 516-539, 575
Li	Se implantan iones Li.	438
Be	Se coloca metal Be en una plataforma de soporte de sustrato.	516-539
B	Se añade B ₂ H ₆ a gas inicial.	443, 516-539
P	Se añade PH ₃ a gas inicial.	230, 516-539
S	Se añade H ₂ S a gas inicial.	575, 516-539
Ni	Se implantan iones Ni.	484, 516-539, 541, 602
V	Se implantan iones V.	516-539, 770

Además, también se confirmó que cuando se añadió una pluralidad de elementos, la emisión de luz se realizó a respectivas longitudes de onda de emisión de luz de los elementos añadidos. Cuando se añade una pluralidad de tipos de elementos, se añade preferiblemente de 1 a 100 ppm de cada elemento, y también se añade preferiblemente de 5 a 50 ppm del mismo.

<Ejemplo 4>

El pulido de las superficies de las películas de diamante policristalino usadas para detección de haz, que se formaron en los ejemplos anteriores 1 a 3, se realizó por un método de pulido químico mecánico usando un grano abrasivo de alúmina-líquido de pulido dispersado. Aunque una superficie no pulida (crecida) de la película de diamante tenía una diferencia de altura máxima (pico a valle) de 3 µm, la planeidad superficial después del tratamiento de pulido descrito anteriormente era de 30 a 100 µm.

De manera similar a la de los ejemplos 1 a 3, se obtuvieron detectores de haz a partir de las películas de diamante que tenían alta planeidad superficial como se ha descrito anteriormente quitando parte del sustrato por ataque químico. Cuando estos detectores de haz fueron irradiados con haces de rayos X en las mismas condiciones que las de los ejemplos 1 a 3, seguido de la realización de la medición de la intensidad de emisión de luz, la luminancia obtenida era mayor aproximadamente de 2 a 5 veces a la de los ejemplos anteriores 1 a 3.

<Ejemplo 5>

Como el sustrato, se usó un sustrato de silicio (1 pulgada de diámetro) que tenía una superficie del plano (001). En primer lugar se expuso el sustrato de silicio a plasma mezclado conteniendo 5 por ciento en volumen de metano y 95 por ciento en volumen de hidrógeno a una temperatura del sustrato de aproximadamente 800°C durante 1 hora, de modo que la superficie del sustrato de silicio se carbonizase. A continuación se aplicó un voltaje de polarización de -200 V al sustrato anterior durante 20 minutos, de modo que se formasen núcleos de diamante en toda la superficie de sustrato.

Posteriormente se paró la aplicación del voltaje de polarización, y de nuevo, usando una mezcla de gas conteniendo 3 por ciento en volumen de metano y 97 por ciento en volumen de hidrógeno, la formación de la película se realizó sobre la superficie de diamante por un método CVD de plasma de microonda durante 6 horas. La presión de gas se puso a 45 Torr, y la temperatura del sustrato se puso a 800°C. Como resultado, en toda la superficie de sustrato de silicio se formó una película de diamante que tenía un grosor de película de 5 µm.

A continuación, después de colocar un disco hecho de cuarzo que tenía un diámetro de 15 mm y un grosor de 0,2 mm en la porción central del sustrato, y de colocar de nuevo el sustrato en una cámara de reacción, se realizó síntesis de diamante durante 80 horas usando una mezcla de gas conteniendo metano e hidrógeno como la descrita anteriormente. Como resultado, solamente en la porción periférica del sustrato que no se cubrió con el disco hecho de cuarzo se formó una película de diamante que tenía un grosor de 70 µm.

Posteriormente, después de quitar el disco hecho de cuarzo, se quitó una región de 15 µm de diámetro en el lado del sustrato de silicio por ataque químico usando una mezcla de ácido fluorhídrico y ácido nítrico, de modo que se formase un detector de haz como el representado en las figuras 1 y 2. La razón por la que se incrementa el grosor de película de la película de diamante policristalino en la porción periférica es suprimir un aumento de la temperatura de la película de diamante policristalino a partir de la porción de irradiación de haz de radiación usando la alta conductividad térmica del diamante.

El detector de haz así formado se colocó sobre una plataforma de sujeción, y usando una cámara CCD en color como el medio de observación de emisión de luz, se formó un supervisor de haz. Cuando la porción de irradiación

de haz fue irradiada con radiación de sincrotrón que tenía una energía de 5 a 300 keV, se observó emisión de luz roja a partir del punto de irradiación de haz de radiación. Cuando la observación se realizó incrementando un voltaje de aceleración/corriente de haz, la intensidad de emisión de luz proporcional al voltaje de aceleración/corriente de haz se midió sin causar daño en la porción de irradiación de haz.

En este ejemplo 5, aunque no se añadió intencionadamente un elemento de impureza, por espectrometría de masas de iones secundarios (SIMS), se detectó Si a una concentración de 5 a 50 ppm en la película de diamante policristalino. Se considera que la razón de esto es que, en el proceso anterior, el sustrato de silicio era atacado por plasma de hidrógeno y el silicio atacado estaba incorporado en la película de diamante policristalino.

<Ejemplo comparativo 1>

Se sintetizó una película de diamante sobre un sustrato de silicio usando un aparato CVD de plasma de microondas. El contenido de un elemento de silicio en este diamante era 0,07 ppm. Se considera que la razón de esto es que átomos de silicio del sustrato se incorporaron en la película de diamante durante su síntesis. Aunque una porción de irradiación de haz del detector de haz así formado se irradió con haces de radiación que tenían una longitud de onda de 0,037 a 0,24 nm, no se observó emisión de luz. Usando los otros elementos descritos anteriormente, también se formó un detector de haz en el que cada elemento se añadió a una concentración de menos de 0,1 ppm; sin embargo, no se observó emisión de luz.

<Ejemplo comparativo 2>

Se sintetizó una película de diamante usando un aparato CVD de plasma de microondas por adición de disilano (Si_2H_6) a un gas inicial. El contenido de silicio en este diamante era aproximadamente 1.200 ppm. Se considera que la razón de esto es que se incorporaron átomos de silicio del sustrato en la película de diamante durante su síntesis.

La película de diamante así sintetizada tenía un diámetro de grano de menos de 0,1 μm . Aunque una porción de irradiación de haz del detector de haz así formado fue irradiada con haces de radiación que tenían una energía de 5 a 300 keV, no se observó emisión de luz. Usando otro elemento, también se formó un detector de haz en el que cada elemento se añadió a una concentración de más de 1.000 ppm; sin embargo, no se observó emisión de luz.

El supervisor de haz de la presente invención es un supervisor para medir la emisión de luz por el método siguiente. Es decir, en el método mencionado anteriormente, dado que los átomos descritos anteriormente se incorporan en la película de diamante policristalino que forma el detector de haz, cada átomo o el defecto cristalino producido por la incorporación de cada átomo forma un nivel intrínseco de energía de electrones, los electrones son excitados desde la banda de valencia a un estado de alta energía por irradiación de haz de radiación, y a través de varios procesos de relajación de energía, se observa emisión de luz cuando los electrones pasan de un nivel de energía específico o una pluralidad de niveles de energía de electrones a la banda de valencia.

Aunque se conoce desde un punto de vista científico que diamante conteniendo un elemento impureza genera emisión de luz que tiene un espectro específico por excitación de energía de electrones, no se han referido ejemplos convencionales en los que se genere luz visible y/o luz ultravioleta irradiando realmente haces de radiación y, además, en los que dicha emisión de luz se use para una porción de detección de posición/intensidad o un detector para haces de radiación.

Dado que el detector de haz de la presente invención se forma de una película de diamante que tiene excelente resistencia a la radiación y un sustrato, tal como un sustrato de silicio, el rendimiento no se degrada en un período corto de tiempo, a diferencia de los otros materiales. Además, por ejemplo, cuando se dopan átomos de Si a una película de diamante policristalino en condiciones controladas, se observa emisión de luz monocromática roja que tiene una intensidad suficiente a partir de un punto de irradiación de haz de radiación, y por un supervisor de haz formado usando un medio de observación de emisión de luz tal como una videocámara general, se puede tomar una imagen de punto clara.

Consiguientemente, el detector de haz de la presente invención y el supervisor de haz que lo usa pueden medir la posición y la distribución de intensidad de haces de radiación en tiempo real. Además, dado que los haces de radiación siempre pueden ser supervisados, un sistema óptico para haces de radiación puede ser ajustado finamente por manipulación a distancia, y además, se puede evitar con antelación un accidente en el que un objeto a no ser irradiado es irradiado por error con haces de radiación de alta energía. Además, también en el caso en el que la luz emitida a partir de la película de diamante policristalino de la presente invención no sea luz visible, sino luz ultravioleta, usando una cámara CCD ultravioleta como el medio de observación de emisión de luz, se puede medir la posición y la distribución de intensidad de los haces de radiación.

El supervisor de haz de la presente invención puede determinar la posición de haz y la distribución de su intensidad de tal manera que, como se ha descrito anteriormente, los haces de radiación sean irradiados directamente a la película de diamante policristalino, y la posición de emisión de luz de la película de diamante policristalino y la distribución de intensidad de la emisión de luz son supervisadas usando el medio de observación de emisión de luz.

Dado que la zona de la película de diamante policristalino descrita anteriormente no está limitada en principio, la medición se puede realizar fácilmente en una región de varios centímetros a varias decenas de centímetros en la que se puedan mover los haces de radiación. Consiguientemente, incluso cuando los haces de radiación son desplazados en gran parte de la posición estándar, la posición de haz puede ser detectada.

5 Además, dado que también se puede emitir luz visible a partir del punto de irradiación de haz de radiación en la película de diamante policristalino, se caracteriza que su posición de haz, intensidad y distribución pueden ser observadas directamente sin realizar un proceso de señal de electrones complicado. Dado que el supervisor de haz de la presente invención es operado por el método descrito anteriormente, no se producen problemas tales como
10 interferencia de señales de electrón y generación de ruido. Además, dado que la zona en sección transversal del haz es observada directamente, incluso cuando su forma en sección transversal no sea una forma circular perfecta y cambie con el tiempo, la detección y la observación se pueden realizar.

15 Según el detector de haz de la presente invención, dado que la película de diamante policristalino solamente tiene que emitir luz cuando sea irradiada con haces de radiación que tienen una longitud de onda en un rango de 0,1 a 10 nm, que corresponde a luz de rayos X blandos a rayos ultravioleta, haces de radiación que tienen un amplio rango de energía pueden ser supervisados en una región de longitud de onda ancha a simple vista o con un medio de observación de emisión de luz tal como una cámara. Además, como la película de diamante policristalino, dado que
20 el detector de la presente invención puede usar un material que tenga un grosor pequeño, por ejemplo de varias micras a varias decenas de micras, los haces de radiación no se degradan ni dispersan.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un detector de haz (2, 20) para detectar la posición y la intensidad de haces de radiación de sincrotrón (7), incluyendo: al menos una película de diamante autónoma que ha de ser irradiada con los haces de radiación de sincrotrón (7), que consta de una película (4) de diamante policristalino (C) conteniendo al menos un elemento (X) seleccionado del grupo que consta de silicio (Si), nitrógeno (N), litio (Li), berilio (Be), boro (B), fósforo (P), azufre (S), níquel (Ni), y vanadio (V) en una X/C de 0,1 a 1.000 ppm, donde la película de diamante policristalino (4) tiene una función de emisión de luz consistente en emitir luz (8, 8a) cuando es irradiada con los haces de radiación (7).
- 10 2. El detector de haz (2, 20) según la reivindicación 1, donde la película de diamante autónoma que consta de la película de diamante policristalino (4) está adaptada para emitir luz a un punto de haz (7a) cuando es irradiada con los haces de radiación de sincrotrón (7) a una energía de 5 a 300 keV.
- 15 3. El detector de haz (2, 20) según la reivindicación 1 o 2, donde una parte de la película de diamante autónoma es sujeta por un sustrato (5), y la película de diamante policristalino (4) tiene un grosor de película de 0,1 μm a 3 mm.
- 20 4. El detector de haz (2, 20) según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde la película de diamante policristalino (4) incluye granos de diamante que tienen un diámetro de grano medio de 0,1 μm a 1 mm.
- 25 5. El detector de haz (2, 20) según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde la longitud de onda de la luz emitida (8, 8a) es de 150 a 800 nm.
6. El detector de haz (2, 20) según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde la emisión de luz (8, 8a) tiene una intensidad máxima en una región de longitud de onda de 730 a 760 nm.
7. El detector de haz (2, 20) según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde la emisión de luz (8, 8a) tiene una intensidad máxima en una región de longitud de onda de 500 a 600 nm.
- 30 8. El detector de haz (2, 20) según una de las reivindicaciones 1 a 7, donde la película de diamante policristalino (4) tiene una planeidad superficial de 30 a 100 nm.
9. El detector de haz (2, 20) según una de las reivindicaciones 1 a 8, donde una pluralidad de las películas de diamante autónomas se monta para formar una estructura de módulo.
- 35 10. El detector de haz (2, 20) según una de las reivindicaciones 1 a 9, donde la película de diamante policristalino (4) contiene la estructura de película autónoma (6), y esta porción de película autónoma (6) es la porción a irradiar con los haces (7).
- 40 11. El detector de haz (2, 20) según una de las reivindicaciones 1 a 10, donde la película de diamante policristalino (4) incluye la película de diamante autónoma y una porción de película gruesa que tiene un grosor mayor que el de la película de diamante autónoma.
- 45 12. El detector de haz (2, 20) según una de las reivindicaciones 3 a 11, donde el sustrato (5) es un sustrato de silicio o un compuesto en el que una película fina de dióxido de silicio está dispuesta entre el sustrato (5) y la película de diamante policristalino (4).
- 50 13. Un supervisor de haz (1) que tiene un detector de haz (2, 20) para detectar la posición y la intensidad de haces de sincrotrón (7), incluyendo: el detector de haz (2, 20) según una de las reivindicaciones 1 a 12; y un medio de observación de emisión de luz (3, 3a) para observar la luz emitida (8, 8a), donde por un estado de emisión de luz observado por el medio de observación de emisión de luz (3, 3a), se detectan la posición y la intensidad de los haces de sincrotrón (7).
- 55 14. El supervisor de haz (1) según la reivindicación 13, donde la película de diamante autónoma que consta de la película de diamante policristalino (4) está adaptada para emitir luz (8, 8a) en un punto de haz (7a) cuando es irradiada con los haces de radiación (7) a una energía de 5 a 300 keV, y el medio de observación de emisión de luz (3, 3a) incluye una cámara.

FIG. 1

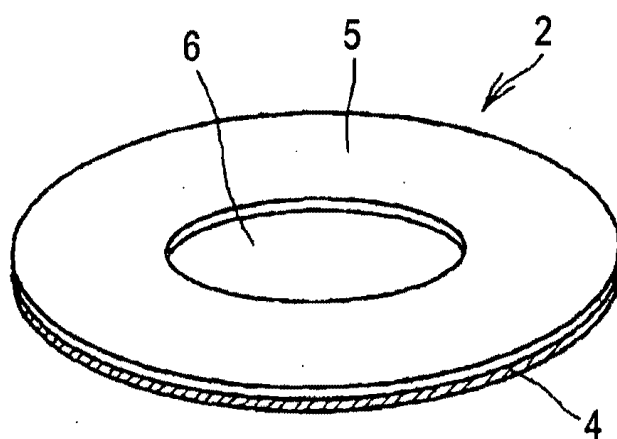


FIG. 2

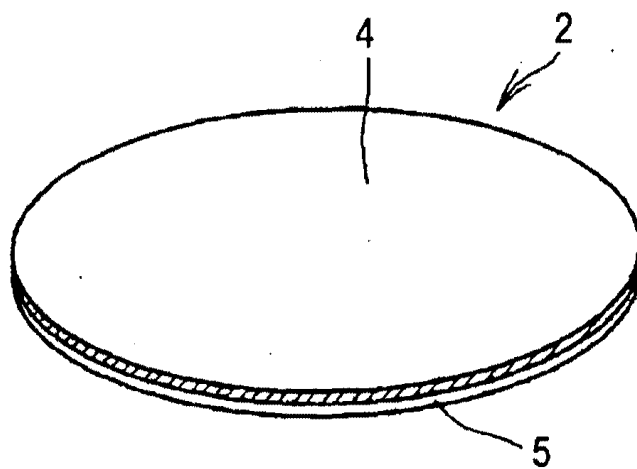


FIG. 3

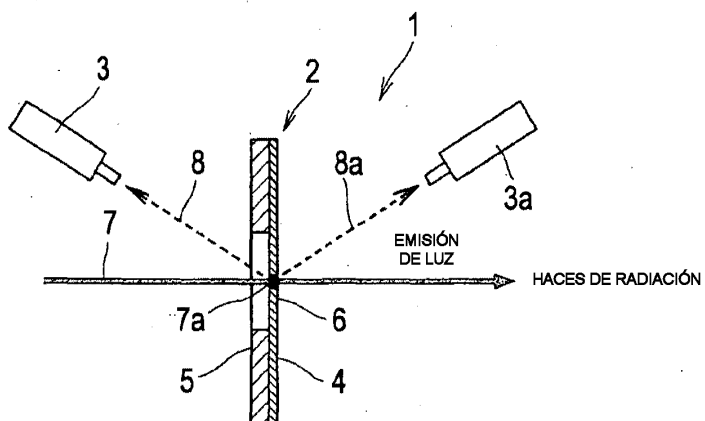


FIG. 4

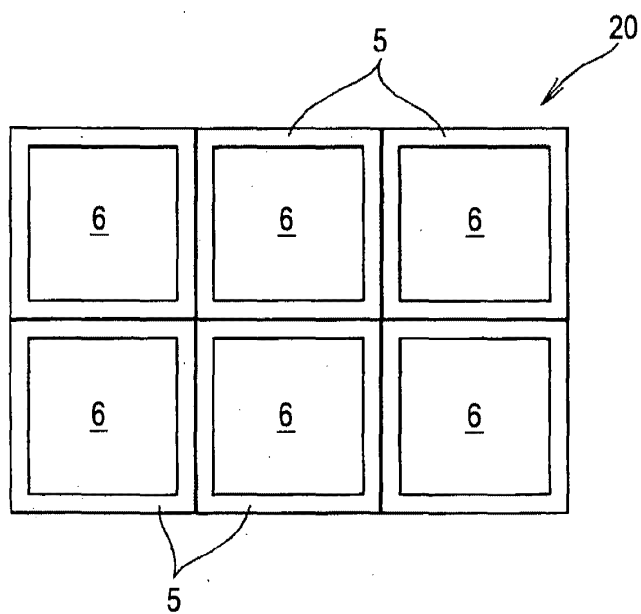


FIG. 5

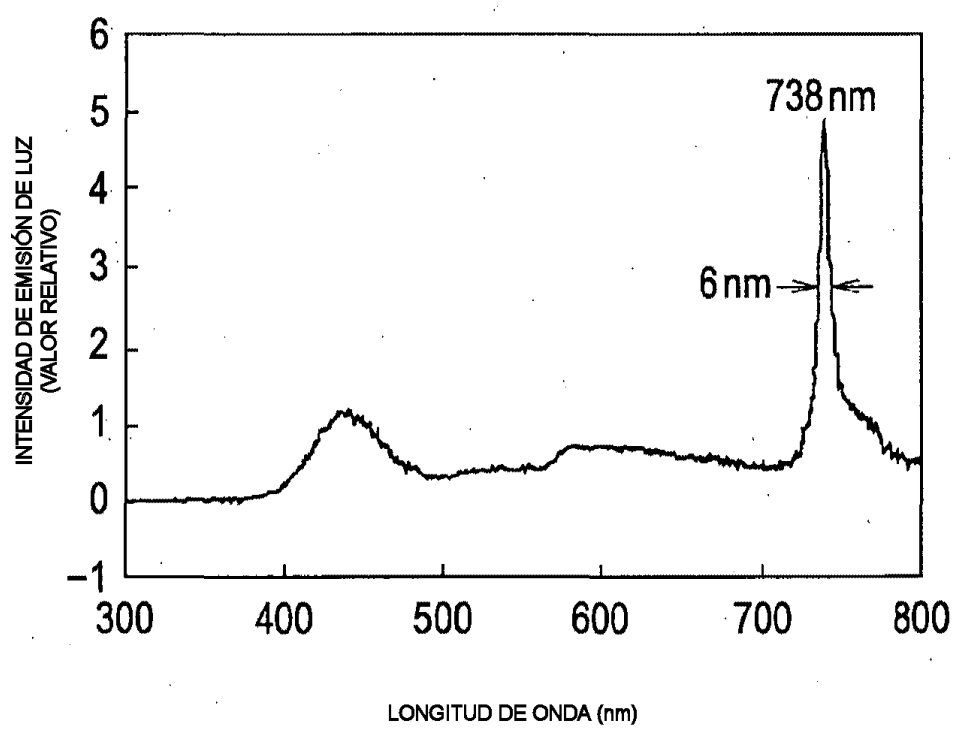


FIG. 6

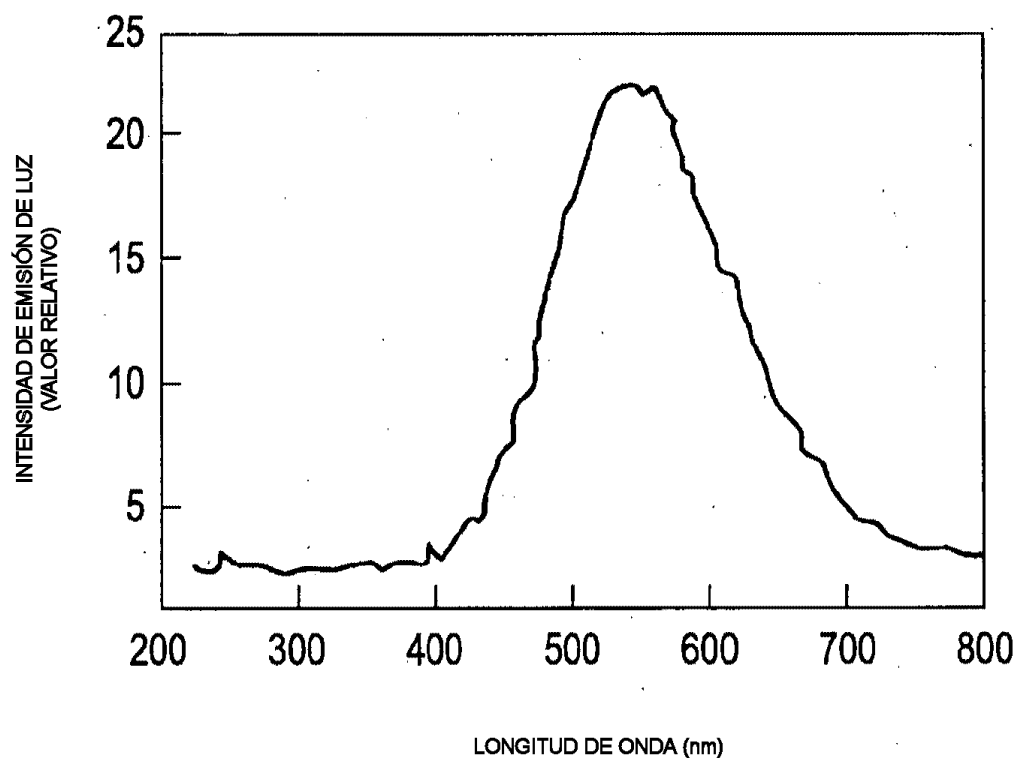


FIG. 7

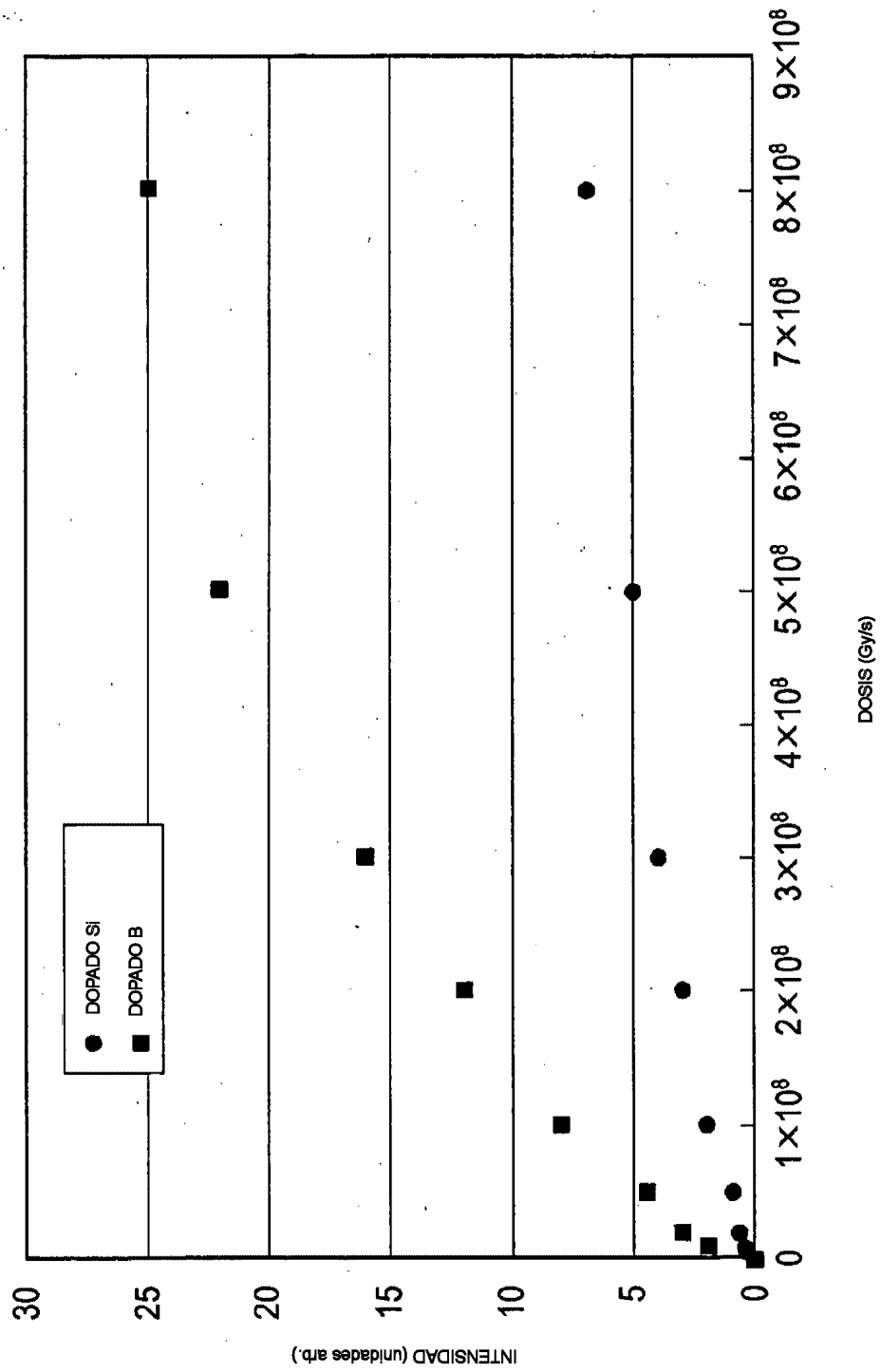


FIG. 8

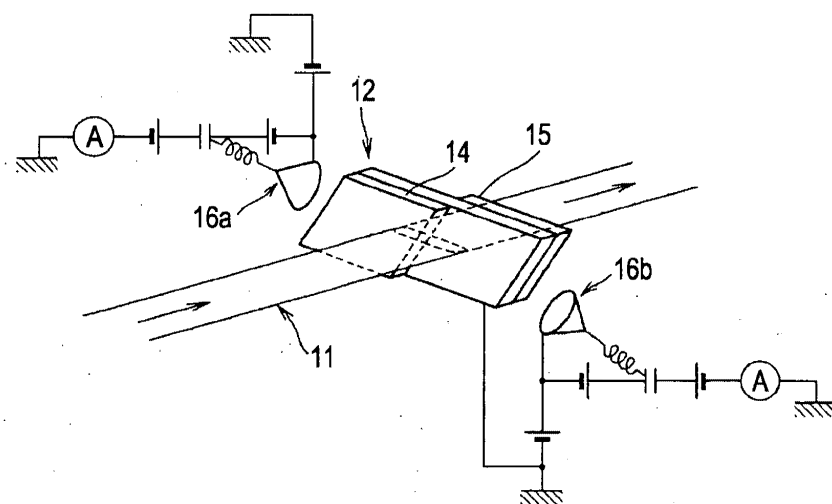


FIG. 9

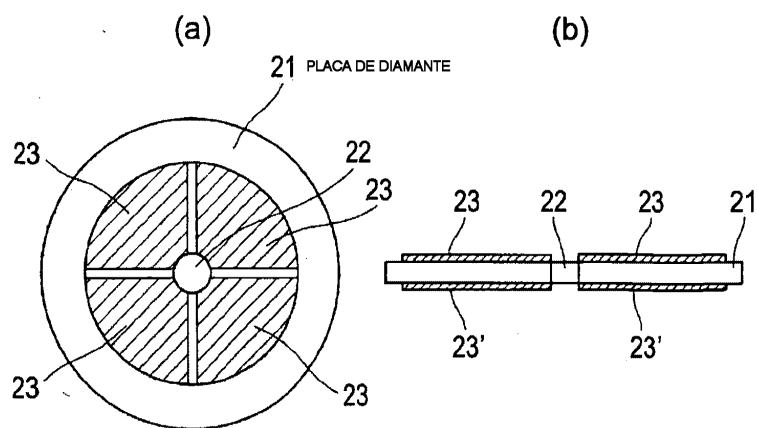


FIG. 10

