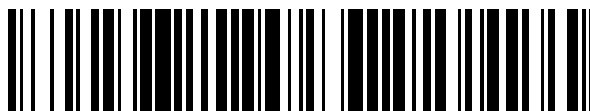


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 695**

51 Int. Cl.:
H01J 37/305 (2006.01)
G11B 9/10 (2006.01)
G21K 1/087 (2006.01)
H01J 37/09 (2006.01)
H01J 37/10 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05767823 .7**
96 Fecha de presentación: **20.07.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1769521**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.04.2007**

54 Título: **Aparato de aplicación de haz de electrones para grabar información**

30 Prioridad:
22.07.2004 JP 2004214452
24.06.2005 JP 2005184490

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.06.2012

73 Titular/es:
Ricoh Company, Ltd.
3-6, Nakamagome 1-chome Ohta-ku
Tokyo 143-8555, JP y
CRESTEC CORPORATION

72 Inventor/es:
MIYAZAKI, Takeshi;
OHYI, Hideyuki y
OBARA, Takashi

74 Agente/Representante:
Sugrañes Moliné, Pedro

ES 2 383 695 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

Aparato de aplicación de haz de electrones para grabar información

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un aparato de aplicación de haz de electrones que aplica un haz de electrones sobre la superficie de un material para grabar información sobre la superficie del material, y a un aparato de trazado que graba información sobre la superficie de un material mediante la utilización de un haz de electrones aplicado por el aparato de aplicación de haz de electrones.

TÉCNICA ANTERIOR

En la actualidad existen los DVD (*digital versatile disk*, disco versátil digital), que son un medio de grabación óptico con una gran capacidad de almacenamiento que permiten la escritura y el recableado de datos. La capacidad de almacenamiento de un DVD-R (grabable) o de un DVD-RW (regrabable) actual es de 4,7 GB (gigabytes) para un lado en una sola capa, y tiene una dimensión de patrón en la que el ancho de surco es del orden de 400 nm y la distancia entre pistas (el ancho entre los surcos) es del orden de 740 nm.

En contraposición, existen los HD-DVD (*high definition DVD*, DVD de alta definición), que son DVD de última generación. La capacidad de almacenamiento de un HD-DVD es del orden de 15 GB para un lado en una sola capa, tiene un ancho de surco del orden de 200 a 300 nm y una distancia entre pistas del orden de 600 nm. Además, la capacidad de almacenamiento de un disco Blu-ray es del orden de 23 a 27 GB para un lado en una sola capa, tiene un ancho de surco del orden de 140 a 170 nm y una distancia entre pistas del orden de 320 nm.

Además, se espera que los DVD de la siguiente generación tengan una capacidad de almacenamiento del orden de 50 a 100 GB para un lado de una sola cara. El ancho de sus surcos puede ser inferior a 100 nm y la distancia entre pistas puede ser del orden de 200 a 300 nm.

En los DVD actuales, la escritura de datos se lleva a cabo con un aparato de masterización óptico tal como un LBR (*laser beam recording apparatus*, aparato de grabación de haz de láser). También se espera que en los HD-DVD de última generación pueda llevarse a cabo la escritura con un aparato de masterización óptico. Sin embargo, puesto que el patrón de hoyos de un disco Blu-ray de última generación o la dimensión de patrón de un DVD de siguiente generación son muy pequeños, la escritura de datos no puede llevarse a cabo mediante un aparato de masterización óptico.

Por consiguiente, para escribir datos en un disco Blu-ray de última generación o en un DVD de siguiente generación, se requiere un aparato de masterización de haz de electrones tal como un EBR (*electron beam recording apparatus*, aparato de grabación de haz de electrones) o similar, que genere un haz de electrones con un diámetro de haz muy pequeño con una corriente eléctrica elevada. Por ejemplo, se requiere un aparato de masterización de haz de electrones que genere un haz de electrones con un diámetro de haz no superior a 70 nm, con una corriente eléctrica elevada no inferior a 400 nA.

Con referencia a la FIG. 5 se describe un aparato de aplicación de haz de electrones de la técnica relacionada.

En el aparato de aplicación de haz de electrones mostrado en la FIG.5, un haz de electrones emitido desde una fuente de electrones 52 se corrige con relación a un desplazamiento de eje del mismo, pasa a través de una parte de orificio de una abertura selectora (abertura de supresión) 60 y, después, se condensa en un punto de cruce CP mediante una lente condensadora 58. Después, el haz de electrones del punto de cruce CP pasa a través de una parte de orificio de una abertura de objetivo 61, se corrige el astigmatismo del mismo mediante una bobina de corrección de astigmatismo 62, se corrige un foco del mismo mediante una lente de objetivo 66 y se condensa sobre la superficie de un material 70.

Cuando se escribe información sobre el material 70, la activación/desactivación del haz de electrones emitido por la fuente de electrones 52 se controla mediante electrodos de supresión 54 y la abertura selectora 60. Además, el haz de electrones que ha pasado a través de la parte de orificio de la abertura selectora 60, la lente condensadora 58 y la parte de orificio de la abertura de objetivo 61 y que se ha aplicado a la lente de objetivo 66 se desvía mediante electrodos de desviación electrostáticos 64 según la información que va a escribirse y, de ese modo, se controla la posición de un punto de haz producido sobre el material 70. Es decir, el haz de electrones recorre la superficie del material 70 y, de ese modo, la información se escribe en una posición predeterminada.

En el aparato de aplicación de haz de electrones 50 de la técnica anterior descrito anteriormente, pueden considerarse dos procedimientos para aumentar la cantidad de la corriente eléctrica del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 70, los cuales se describen a continuación.

- 5 Como un primer procedimiento, mostrado en la FIG. 6, se aumenta la abertura angular efectiva del haz de electrones emitido desde la fuente de electrones 52 y, además, se aumenta el diámetro de abertura de la abertura selectora 60 (el paso del haz de electrones de la FIG. 6 está en una zona definida por las líneas internas hasta una zona definida por las líneas externas). Al aumentarse la abertura angular efectiva del haz de electrones emitido desde la fuente de electrones 52, la lente condensadora 58 puede condensar una parte mayor del haz de electrones. Además, al
- 10 aumentarse el diámetro de abertura de la abertura selectora 60, la lente de objetivo 66 puede condensar una parte mayor del haz de electrones. De ese modo puede aumentarse la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 70.

- Sin embargo, en este procedimiento la abertura angular de la lente de objetivo 66 aumenta a medida que aumenta el
- 15 diámetro de abertura de la abertura selectora 60. Puesto que la aberración esférica de una lente aumenta en proporción a la tercera potencia de su abertura angular, el desplazamiento del punto focal aumenta debido a una diferencia en el paso de haz de electrones condensado sobre la superficie del material 70, lo que se produce debido a la aberración esférica de la lente de objetivo 66. Por consiguiente, resulta difícil condensar de manera suficiente el haz de electrones mediante la lente de objetivo 66 y, por tanto, es posible que no pueda reducirse de manera
 - 20 suficiente el diámetro del haz, o el diámetro de haz del haz de electrones aumenta.

- En el segundo procedimiento, mostrado en la FIG. 7, la abertura angular de la lente de objetivo 66 no se modifica, pero el punto de cruce CP se lleva hacia abajo (por ejemplo, de CP1 a CP2) y, por tanto, disminuye la relación de reducción del diámetro de haz del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 70 con respecto al
- 25 diámetro de haz del haz de electrones emitido desde la fuente de electrones 52 (en la FIG. 7, el paso del haz de electrones está en una zona definida por las líneas internas hasta una zona definida por las líneas externas). Al disminuir la relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones, aumenta la abertura angular efectiva del haz de electrones emitido desde la fuente de electrones 52 y, por tanto, es posible aumentar la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 70.

- 30 Sin embargo, puesto que la relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones disminuye, este procedimiento solo puede aplicarse para el caso en que el diámetro de haz del haz de electrones emitido por la fuente de electrones 52 sea inicialmente pequeño, y este procedimiento no puede aplicarse para el caso en que el diámetro de haz sea inicialmente grande y, por tanto, el diámetro de haz debe reducirse. Además, puesto que la
- 35 relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones disminuye, no puede ignorarse un cambio de posición de la fuente de electrones 52 debido a una posible vibración, un cambio de posición de la fuente de electrones 52 debido a un voltaje de entrada (ligero cambio de tensión) o similares, y tal cambio de posición de la fuente de electrones 52 puede provocar alguna variación en el haz de electrones condensado sobre la superficie del material 70.

- 40 Además, como se muestra en la FIG. 5, en el aparato de aplicación de haz de electrones de la técnica relacionada se aplican generalmente las dos aberturas, es decir, la abertura selectora 60 y la abertura de objetivo 66. La abertura selectora 60 define la abertura angular del haz de electrones aplicado a la lente condensadora 58 desde la fuente de electrones 52, mientras que la abertura de objetivo 61 define la abertura angular del haz de electrones
- 45 aplicado a la lente de objetivo 66 desde el punto de cruce CP. Es decir, la abertura selectora 60 y la abertura de objetivo 61 reducen sustancialmente la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 70.

- Además, puesto que se aplican las dos aberturas, puede producirse un error mecánico entre las mismas y las partes
- 50 de orificio de las mismas pueden no alinearse en el mismo eje de manera precisa. Por lo tanto, el diámetro de orificio de la parte de orificio de la abertura selectora 60 debe aumentarse para incluir este error mecánico. Sin embargo, si se amplía el diámetro de orificio de la parte de orificio de la abertura selectora 60, aumenta la cantidad de desviación del haz de electrones para la supresión. Como resultado, se necesita un voltaje relativamente alta como un voltaje de supresión y, por tanto, se dificulta el aumento de una frecuencia de conmutación de activación/desactivación del
 - 55 haz de electrones para la supresión. Es decir, es posible que no pueda aumentarse la velocidad de trazado.

- Además, en el aparato de aplicación de haz de electrones 50 de la técnica relacionada, mostrado en la FIG. 5, los electrodos de supresión 54 y las bobinas de alineación de eje 56 están dispuestos de manera muy próxima. De manera convencional, puesto que no se requiere una gran cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones, la
- 60 cantidad de corriente eléctrica que fluye a través de los electrodos de supresión es pequeña. Sin embargo, cuando aumenta la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones, debe hacerse fluir una corriente eléctrica elevada a

través de los electrodos de supresión 54 con el fin de aumentar la frecuencia de conmutación de activación/desactivación del haz de electrones para la supresión.

Sin embargo, cuando una corriente eléctrica elevada fluye a través de los electrodos de supresión 54, se produce un campo magnético en las bobinas de alineación de eje 56 dispuestas cerca de los mismos. Por lo tanto, el haz de electrones se curva y, de este modo, puede producirse un desplazamiento de eje en el haz de electrones.

Además, puesto que no se necesita convencionalmente una corriente eléctrica elevada para el haz de electrones, el punto de cruce CP se fija en una posición relativamente más alta. Por lo tanto, la relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones puede fijarse en una cantidad relativamente elevada. De ese modo, incluso cuando se produzca un cierto desplazamiento de eje en las bobinas de alineación de eje 56, la influencia del desplazamiento de eje del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 70 puede reducirse varias veces según la relación de reducción elevada. Por tanto, la influencia del desplazamiento de eje de haz de electrones en las bobinas de alineamiento de eje 56 no provoca un problema real.

Sin embargo, cuando el punto de cruce CP baja su posición tal y como se ha mencionado anteriormente, por ejemplo, con el fin de aumentar la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones, la relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones disminuye. Por lo tanto, un desplazamiento de eje del haz de electrones en las bobinas de alineación de eje 56 puede provocar un gran problema en este caso.

Como una técnica anterior relacionada con la presente invención se cita la solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública nº 6-131706. Este documento desvela un aparato de grabación de información que produce un disco original de un medio de grabación de información tal como un disco óptico. Por ejemplo, en la FIG. 1 de la misma, se desvela una configuración en la que un electrón emitido por un filamento se hace pasar a través de un electrodo de Wehnelt y un ánodo como un tubo de aplicación de haz de electrones, después de lo cual el haz de electrones se condensa mediante una primera y una segunda lente electromagnética, aplicándose además electrodos de desviación y, por tanto, el haz de electrones se enfoca sobre el disco original que sirve como blanco.

El documento US 6.476.390 se refiere a un aparato para la inspección de circuitos con patrón de semiconductores que utiliza una pluralidad de sistemas electrónico-ópticos. El documento US 6.476.390 desvela que cada sistema electrónico-óptico tiene una fuente de electrones, una lente de cañón de electrones, una lente condensadora, una lente de objetivo y un deflector de supresión.

El documento JP 04-126344 se refiere a un cañón de electrones de tipo emisión de campo.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Un objeto de la presente invención es resolver los problemas mencionados anteriormente relacionados con la técnica relacionada y proporcionar un aparato de aplicación de haz de electrones que genere un haz de electrones que tenga una corriente eléctrica elevada y un diámetro de haz mínimo, haciendo posible realizar un trazado a gran velocidad, y un aparato de trazado que utilice el mismo con una configuración sencilla y un bajo coste.

Con el fin de conseguir el objeto según la presente invención, un aparato de aplicación de haz de electrones para aplicar un haz de electrones a la superficie de un material para grabar información sobre la superficie del material incluye:

- una fuente de electrones de tipo emisión de campo térmico que emite el haz de electrones,
- una lente electrostática, dispuesta inmediatamente debajo de la fuente de electrones, que actúa como un electrodo de condensación para condensar en una segunda abertura angular más pequeña que una primera abertura angular el haz de electrones emitido por la fuente de electrones en la primera abertura angular,
- una lente condensadora, dispuesta en un lado aguas abajo de la lente electrostática, que condensa en un punto de cruce el haz de electrones una vez condensado en la segunda abertura angular por la lente electrostática;
- y
- una lente de objetivo, dispuesta en un lado aguas abajo de la lente condensadora, que condensa sobre la superficie del material el haz de electrones una vez condensado en el punto de cruce por la lente condensadora,
- donde el aparato comprende además:
- una bobina de alineación de eje dispuesta entre la lente electrostática y la lente condensadora para corregir un desplazamiento de eje del haz de electrones aplicado a la lente condensadora desde la lente electrostática; y
- un electrodo de supresión dispuesto entre la lente condensadora y la lente de objetivo, que desvía el haz de electrones condensado en el punto de cruce por la lente condensadora.

En el aparato, la relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones condensado sobre la superficie del

material con respecto a un diámetro de haz del haz de electrones emitido por la fuente de electrones cuando no se aplica la lente electrostática puede fijarse preferentemente dentro de un intervalo comprendido entre 1 y 10.

Además, la relación de reducción de diámetro de haz puede fijarse además de manera preferente aproximadamente igual a 1.

Además, una abertura que actúa como una abertura selectora y como una abertura de objetivo puede estar dispuesta entre la lente condensadora y la lente de objetivo, en un lado aguas abajo del electrodo de supresión, para controlar la activación/desactivación del haz de electrones, junto con el electrodo de supresión, según la información que va a escribirse, para el caso de escritura de información, y el punto de cruce puede fijarse cerca de y en un lado aguas arriba o aguas abajo de una parte de orificio de esta abertura.

Además, según la presente invención, un aparato de trazado está configurado para grabar información sobre la superficie de un material con la utilización de un haz de electrones aplicado por uno cualquiera de los aparatos de aplicación de haz de electrones mencionados anteriormente según la presente invención.

En el aparato de aplicación de haz de electrones según la presente invención, al colocar la lente electrostática, el haz de electrones en el radio de acción de la primera abertura angular emitido por la fuente de electrones se aplica a la lente condensadora. Por lo tanto, es posible aumentar la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones aplicado a la superficie del material.

Además, el diámetro de haz del haz de electrones emitido por la fuente de electrones en el tipo de emisión de campo térmico está dentro de un intervalo comprendido entre 20 y 50 nm y, por tanto, se obtiene un diámetro de haz suficientemente mínimo. Por consiguiente, es posible aumentar la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones condensado sobre la superficie del material fijando una relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones que sea más pequeña para el caso en que no está colocada la lente electrostática.

Además, al colocar la lente electrostática, una posición aparente de la fuente de electrones con respecto a la lente condensadora es más distante que la posición real de la fuente de electrones. Por consiguiente, la relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones para el caso en que está colocada la lente electrostática se vuelve más grande que en el caso en que no está colocada la lente electrostática. Por lo tanto se reduce la influencia de una posible vibración de la fuente de electrones sobre el haz de electrones condensado sobre la superficie del material.

Además, puesto que el aparato de aplicación de haz de electrones según la presente invención tiene una configuración muy sencilla en la que se aplica la fuente de electrones de tipo emisión de campo térmico y está dispuesta la lente electrostática, es posible generar un haz de electrones con una corriente eléctrica elevada y un diámetro de haz mínimo a bajo coste.

Además, al fijar el punto de cruce cerca de la parte de orificio de la abertura que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo, es posible reducir el diámetro de orificio de la parte de orificio y reducir la cantidad de desviación del haz de electrones para la supresión. Por lo tanto, puede hacerse que el voltaje de supresión sea relativamente bajo y aumentar la frecuencia de conmutación de activación/desactivación de haz de electrones para la supresión. Es decir, es posible conseguir un trazado de alta velocidad.

Además, en el aparato de aplicación de haz de electrones según la presente invención, la bobina de alineación de eje y el electrodo de supresión están alejados. Por consiguiente, incluso cuando se hace pasar una corriente eléctrica elevada a través de los electrodos de supresión con el fin de aumentar la frecuencia de conmutación de activación/desactivación de haz de electrones para la supresión, su interferencia electromagnética no se produce en la bobina de alineación de eje. Como resultado, es posible evitar una situación en la que el campo magnético se produce en las bobinas de alineación de eje, el haz de electrones se curva y, por tanto, se produce un error de eje en el haz de electrones.

Además, en el aparato de trazado según la presente invención, puesto que la información se graba sobre la superficie de un material mediante la utilización de un haz de electrones emitido por uno cualquiera de los aparatos de aplicación de haz de electrones mencionados anteriormente, es posible llevar a cabo, con una configuración sencilla y a bajo coste, un trazado a alta velocidad mediante la utilización del haz de electrones con una corriente eléctrica elevada y un diámetro de haz mínimo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 muestra un esquema de una realización de un aparato de aplicación de haz de electrones según la presente invención.

5

La FIG. 2 muestra una configuración de una lente electrostática aplicada en el aparato de aplicación de haz de electrones mostrado en la FIG. 1.

La FIG. 3 muestra un esquema de un estado de un haz de electrones en el aparato de aplicación de haz de electrones mostrado en la FIG. 1.

10

La FIG. 4 muestra un esquema de una realización de un aparato de trazado según la presente invención.

La FIG. 5 muestra un esquema de un ejemplo de un aparato de aplicación de haz de electrones de la técnica relacionada.

15

Las FIGS. 6 y 7 muestran esquemas de estados de un haz de electrones en el aparato de aplicación de haz de electrones mostrado en la FIG. 5.

20 MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO LA PRESENTE INVENCION

En función de una realización preferida mostrada en las figuras se describe en detalle un aparato de aplicación de haz de electrones y un aparato de trazado que lo utiliza según la presente invención.

25 La FIG. 1 muestra un esquema de una realización de un aparato de aplicación de haz de electrones según la presente invención. El aparato de aplicación de haz de electrones 10 mostrado se utiliza para aplicar un haz de electrones sobre la superficie de un material 32 con el fin de grabar información sobre la superficie del material 32 (por ejemplo, un medio óptico tal como un DVD), e incluye una fuente de electrones 12, una lente electrostática 14, bobinas de alineación de eje 16, una lente condensadora 18, electrodos de supresión 20, una abertura 22 que actúa como una abertura selectora y como una abertura de objetivo, una bobina de corrección de astigmatismo 24, electrodos de desviación electrostáticos 26, una lente de objetivo 28 y una lente de corrección focal dinámica 30.

30

En el aparato de aplicación de haz de electrones 10 mostrado, la fuente de electrones (cañón de electrones) 12 es de tipo de emisión de campo térmico y está dispuesta en un vacío ultra alto. Un haz de electrones se emite desde la fuente de electrones 12 hacia abajo en la FIG. 1.

35

El haz de electrones emitido por la fuente de electrones 12 tiene un diámetro de haz suficientemente mínimo, es decir, del orden de un intervalo comprendido entre 20 y 50 nm. Por tanto, no es necesario fijar una relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 32 con respecto al diámetro de haz del haz de electrones emitido por la fuente de electrones 12 que sea grande, en lo que respecta a la obtención de un haz de electrones que tenga un diámetro de haz mínimo. En el caso de la presente realización, se realiza un ajuste de manera que la relación de reducción de diámetro de haz para el caso en que no se aplica la lente electrostática 14 pueda ser aproximadamente igual a 1.

40

La lente electrostática 14 está formada por un electrodo de condensación que condensa el haz de electrones en el radio de acción de una primera abertura angular emitido por la fuente de electrones 12, en el radio de acción de una segunda abertura angular más pequeña que la primera abertura angular, y está dispuesta inmediatamente debajo de la fuente de electrones 12.

En la presente realización, la lente electrostática 14 está formada por un par de lentes cilíndricas a las que se les aplica diferentes voltajes V1 y V2, respectivamente. Sin embargo, la lente electrostática 14 no está limitada a esto, pudiendo aplicarse en cambio otras de diferente tipo.

En este caso puede aplicarse una lente magnética como el electrodo de condensación. Sin embargo, cuando se aplica la lente magnética, un determinado nivel de vacío en torno a la fuente de electrones 12 puede degradarse debido al gas emitido por una bobina incluida en la lente magnética, y el rendimiento de grabación del aparato de aplicación de haz de electrones puede degradarse en consecuencia. Además, el gas emitido por la bobina se ioniza por un campo magnético, los iones inciden sobre un emisor de la fuente de electrones y, por tanto, la vida útil de la misma puede reducirse. Por lo tanto, la lente electrostática 14 se aplica como el electrodo de condensación en el aparato de aplicación de haz de electrones 10.

60

Por otro lado, la lente condensadora 18 está formada por una lente electromagnética que condensa en un punto de cruce CP el haz de electrones condensado en la segunda abertura angular por la lente electrostática 14. La lente de objetivo 28 está formada por una lente electromagnética que condensa sobre la superficie del material 32 el haz de electrones condensado en el punto de cruce CP por la lente condensadora 18. La lente de corrección focal dinámica 30 se utiliza para corregir un punto focal del haz de electrones para hacer que coincida con la superficie del material 32. La lente condensadora 18, la lente de objetivo 28 y la lente de corrección focal dinámica 30 mencionadas anteriormente están dispuestas en el orden indicado en un lado aguas abajo de la lente electrostática 14.

10 Las bobinas de alineación de eje 16 están dispuestas entre la lente electrostática 14 y la lente condensadora 18. Las bobinas de alineación de eje se utilizan para corregir un desplazamiento de eje del haz de electrones aplicado a la lente condensadora 18 desde la lente electrostática 14.

Los electrodos de supresión 20, la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo, 15 la bobina de corrección de astigmatismo 24 y los electrodos de desviación electrostáticos 26 están dispuestos en el orden indicado entre la lente condensadora 18 y la lente de objetivo 28.

Los electrodos de supresión 20 y la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo se utilizan para controlar la activación (escritura)/desactivación (finalización de escritura) del haz de electrones, 20 cuando se escribe información, según la información que va a escribirse. Es decir, cuando los electrodos de supresión 20 no llevan a cabo la desviación del haz de electrones, el haz de electrones se aplica (se activa) sobre la superficie del material 32 después de pasar a través de la parte de orificio de la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo. Por otro lado, como resultado de que el haz de electrones se desvíe por los electrodos de supresión 20, el haz de electrones se apaga (desactiva) mediante la abertura 22 que 25 actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo.

La bobina de corrección de astigmatismo 24 se utiliza para corregir el astigmatismo del haz de electrones. Los electrodos de desviación electrostáticos 26 controlan una posición concreta del haz de electrones sobre la superficie del material 32 desviando el haz de electrones según la información que va a escribirse cuando la información se 30 escribe sobre la superficie del material 32.

En el aparato de aplicación de haz de electrones 10 mostrado en la FIG. 1, el haz de electrones emitido por la fuente de electrones 12 en el radio de acción de la primera abertura angular se condensa en el radio de acción de la segunda abertura angular mediante la lente electrostática 14; un desplazamiento de eje del haz de electrones se 35 corrige mediante las bobinas de alineación de eje 16; y el haz de electrones se condensa en el punto de cruce CP mediante la lente condensadora 18. Después, la bobina de corrección de astigmatismo 24 corrige el astigmatismo del haz de electrones que ha pasado a través de la parte de orificio de la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo; el punto focal del haz de electrones se corrige mediante la lente de corrección focal dinámica 30; y el haz de electrones se condensa sobre la superficie del material 32.

40 Cuando se escribe la información, los electrodos de supresión 20 y la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo controlan la activación/desactivación del haz de electrones condensado por la lente condensadora 18. Además, el haz de electrones que ha pasado a través de la parte de orificio de la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo y que se ha aplicado a la lente de objetivo 28, se desvía mediante los electrodos de desviación electrostáticos 26 según la información que va a escribirse y, 45 por tanto, se controla una posición concreta del mismo sobre la superficie del material 32. Es decir, el haz de electrones recorre la superficie del material 32 y, por tanto, la información se escribe en una posición predeterminada.

50 Tal y como se ha descrito anteriormente, el diámetro de haz del haz de electrones emitido por la fuente de electrones 12 en el tipo de emisión de campo térmico es suficientemente mínimo, es decir, del orden del intervalo comprendido entre 20 y 50 nm. Por lo tanto, el diámetro de haz del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 32 pasa a ser lo suficientemente mínimo incluso sin realizar un ajuste para que la relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones sea elevada. Por consiguiente, al realizar un ajuste para que la relación de 55 reducción de diámetro de haz del haz de electrones sea pequeña como en la presente realización, es posible aumentar la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 32.

La relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones para el caso en que no se aplica la lente electrostática 14, puede fijarse preferentemente en un intervalo comprendido entre 1 y 10 en lo que respecta al 60 incremento de la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 32, y puede fijarse más preferentemente en 1 aproximadamente como en la presente realización.

Además, tal y como se ha mencionado anteriormente, en el aparato de aplicación de haz de electrones 10, el haz de electrones emitido desde la fuente de electrones 12 en el radio de acción de la primera abertura angular se condensa en el radio de acción de la segunda abertura angular mediante la lente electrostática 14, y el haz de electrones se aplica a la lente condensadora 18. Es decir, el haz de electrones en el radio de acción de la primera abertura angular emitido por la fuente de electrones 12 se aplica a la lente condensadora 18. Por lo tanto, es posible aumentar adicionalmente la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones condensado sobre la superficie del material 32.

- 10 Además, tal y como se muestra en la FIG. 3, al colocar la lente electrostática 14, una posición aparente de la fuente de electrones 12 con respecto a la lente condensadora 18 es más distante que la posición real de la fuente de electrones 12 (en la FIG. 3, aparentemente, la fuente de electrones 12 parece estar situada más arriba que la posición real). Por consiguiente, en la presente realización, aunque la relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones para el caso en que no se aplica la lente electrostática 14 está fijada en 1 aproximadamente, la
15 relación de reducción de diámetro de haz real para el caso en que se aplica la lente electrostática 14 pasa a ser mayor que 1 dependiendo de la primera y de la segunda abertura angular.

- Por lo tanto, en comparación con el caso en que no se aplica la lente electrostática 14, la relación de reducción de haz real del haz de electrones aumenta para el caso en que se aplica la lente electrostática 14. Por lo tanto, se
20 reduce la influencia de una posible vibración de la fuente de electrones 12 sobre el haz de electrones condensado sobre la superficie del material 32. Además, puesto que el aparato de aplicación de haz de electrones 10 tiene una configuración muy sencilla para utilizar la fuente de electrones 12 del tipo de emisión de campo térmico y para colocar la lente electrostática 14, es posible generar un haz de electrones con una corriente eléctrica elevada y un diámetro de haz mínimo a bajo coste.

- 25 Además, tal y como puede observarse a partir de una comparación entre el aparato de aplicación de haz de electrones 10 en la realización mostrada en la FIG. 1 y el aparato de aplicación de haz de electrones 50 de la técnica relacionada mostrada en la FIG. 5, solamente la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y la abertura de objetivo se aplica como una abertura en la realización de la presente invención. La abertura 22 que actúa como la
30 abertura selectora y como la abertura de objetivo tiene la función tanto de las aberturas selectoras 60 como de la abertura de objetivo 61 del aparato de aplicación de haz de electrones 50 (la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo incluye íntegramente la función tanto de las aberturas selectoras 60 como de la abertura de objetivo 61).

- 35 En el aparato de aplicación de haz de electrones 10 en la presente realización, el punto de cruce CP está fijado cerca de la parte de orificio de la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo. Por lo tanto, el diámetro de orificio de la parte de orificio de la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo puede reducirse en el orden de un intervalo comprendido entre 40 y 100 μm , por ejemplo. Cuando el diámetro de orificio de la parte de orificio de la abertura 22 que actúa como la abertura selectora
40 y como la abertura de objetivo se hace por tanto más pequeña, la cantidad de desviación del haz de electrones para la supresión puede reducirse. Por lo tanto, el voltaje de supresión puede disminuir relativamente y la frecuencia de conmutación de activación/desactivación de haz de electrones para la supresión puede aumentar. Es decir, el trazado puede llevarse a cabo a gran velocidad.

- 45 En el aparato de aplicación de haz de electrones 10 de la presente realización mostrada en la FIG. 1, el punto de cruce CP está fijado por encima y cerca de la parte de orificio de la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo, y la abertura angular del haz de electrones se controla por el borde circunferencial interno del lado aguas abajo (lado de superficie inferior) de la parte de orificio de la abertura 22 que actúa como la
50 abertura selectora y como la abertura de objetivo. Por el contrario, el punto de cruce CP puede fijarse por debajo y cerca de la parte de orificio de la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo, y la abertura angular del haz de electrones puede controlarse por el borde circunferencial interno del lado aguas arribas (lado de superficie superior) de la parte de orificio de la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo.

- 55 Además, en el aparato de aplicación de haz de electrones 10 de la presente realización, las bobinas de alineación de eje 16 están dispuestas entre la lente electrostática 14 y la lente condensadora 18, y los electrodos de supresión 20 están dispuestos entre la lente condensadora 18 y la lente de objetivo 28 (entre la lente condensadora 18 y la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo). Es decir, las bobinas de alineación de eje 16 y los electrodos de supresión 20 están alejados. Tal y como se ha descrito anteriormente, cuando se
60 incrementa la cantidad de corriente eléctrica del haz de electrones, una corriente eléctrica elevada debe hacerse fluir a través de los electrodos de supresión 20 para aumentar la frecuencia de conmutación de activación/desactivación

de electrodo.

En el aparato de aplicación de haz de electrones 10 de la presente realización, puesto que ambos están alejados tal y como se ha mencionado anteriormente, en las bobinas de alineación de eje 16 no se produce una influencia 5 electromagnética de una corriente eléctrica elevada que fluye a través de los electrodos de supresión 20, incluso cuando la corriente eléctrica elevada se hace fluir a través de los electrodos de supresión 20. Como resultado puede evitarse una situación problemática en la que se produce un desplazamiento de eje como resultado de la curvatura del haz de electrones debida a un campo magnético que se produce en las bobinas de alineación de eje 16. Por consiguiente, incluso cuando el punto de cruce CP está fijado en una posición relativamente baja, por ejemplo con el 10 fin de conseguir una corriente eléctrica elevada del haz de electrones, disminuyendo por tanto la relación de reducción, el desplazamiento de eje del haz de electrones apenas influye en las bobinas de alineación de eje 16.

El aparato de aplicación de haz de electrones 10 mostrado en la FIG. 1 se ha descrito anteriormente como un ejemplo, y un aparato de aplicación de haz de electrones según la presente invención no está limitado a esta 15 configuración. Por ejemplo, en la realización de la FIG. 1, la lente condensadora 18 y la lente de objetivo 28 están en fases únicas, respectivamente. Sin embargo, cada una de las mismas puede configurarse en múltiples fases. Además, tales componentes respectivos como la abertura 22 que actúa como la abertura selectora y como la abertura de objetivo, la bobina de corrección de astigmatismo 24, los electrodos de desviación electrostáticos 26 y la lente de corrección focal dinámica 30 pueden aplicarse cuando sea necesario, pudiendo aplicarse también otros 20 tipos.

A continuación se describirá un aparato de trazado según la presente invención.

La FIG. 4 muestra un esquema de una realización de un aparato de trazado según la presente invención. El aparato 25 de trazado 11 mostrado es un aparato de trazado de haz de electrones que graba información sobre la superficie de un material 32 mediante la utilización del haz de electrones aplicado desde el aparato de aplicación de haz de electrones 10 mostrado en la FIG. 1. El aparato de trazado de haz de electrones está montado encima de una cámara de vacío 71 situada sobre un mecanismo de eliminación de vibración (sin vibraciones) (por ejemplo, un servomontador que utiliza presión de aire o similar) no mostrado, de manera que el haz de electrones emitido por el 30 aparato de aplicación de haz de electrones 10 puede aplicarse a la superficie (superficie de trazado) del material 32 aproximadamente de manera perpendicular.

Un sustrato 74 está previsto dentro de la cámara de vacío 71 y, sobre una superficie de extremo superior de la misma, un cuerpo móvil 75 está dispuesto por medio de un cojinete de rodillos 76 en el que están dispuestos rodillos 35 esféricos o cilíndricos, o similares, en una dirección de avance (la dirección de la flecha X de la FIG. 4). El cuerpo móvil 75 tiene una sección transversal en forma de L tal y como se muestra en la FIG. 4, y una parte de orificio para tornillos está formada en la parte de extremo derecha del cuerpo móvil 75. En la parte de orificio para tornillos está previsto un orificio para tornillos en el que está fijado un tornillo de avance 77, que es el árbol de rotación de un motor de accionamiento de avance 72 descrito posteriormente.

40 El motor de accionamiento de avance 72 está dispuesto en la parte inferior derecha de la cámara de vacío 71 de la FIG. 4, y presenta el tornillo de avance 77, tal como un tornillo esférico, como el árbol de rotación del mismo. Tal y como se ha mencionado anteriormente, el tornillo de avance 77 está fijado en el orificio para tornillos de la parte de orificio para tornillos del cuerpo móvil 75. Es decir, un mecanismo de avance 78 está configurado en el que, como 45 resultado del giro del tornillo de avance mediante una señal de suministro de potencia, no mostrada, para el motor de accionamiento de avance 72, el cuerpo móvil 75 se mueve libremente en la dirección de la flecha X (dirección horizontal en la FIG. 4), en un estado en el que el material 72 está colocado sobre una placa giratoria 82 descrita posteriormente.

50 Sobre una superficie superior del cuerpo móvil 75 está fijado un husillo de aire 87 que flota de manera hidrostática en una dirección radial y una dirección de empuje por medio de aire comprimido, no mostrado, proporcionado de manera externa. Sobre una superficie lateral superior del husillo de aire 87 está fijada la placa giratoria 82 sobre la que se coloca el material 72. Para el caso en que el husillo de aire 87 está previsto en un estado de presión reducida (vacío), un mecanismo de sellado, tal como un sellado magnético contra los fluidos, un sellado contra la descarga de 55 aire a diferente presión o similares, está previsto generalmente en la periferia del husillo de aire 87 para conseguir un sellado al vacío.

En la parte superior izquierda de la cámara de vacío 71 de la FIG. 4, un compartimento de carga 84 está dispuesto por medio de una válvula de cierre 85. En el compartimento de carga 84 está prevista una unidad de transporte 86 60 para el material 32. Por medio de la unidad de transporte 86, el material 32 se introduce en la cámara de vacío 71 o el material 32 se expulsa de la cámara de vacío 71. En la parte inferior de la cámara de vacío 71 está prevista una

bomba de vacío 73, tal como una bomba turbomolecular o similar, en un estado de comunicación. Tal y como se ha descrito anteriormente, en la cámara de vacío 71 se forma un vacío durante el trazado.

Debajo del husillo de aire 87 está fijado un codificador giratorio óptico 80 que proporciona una salida de pulsos de fase A y de fase B generados a partir de miles de divisiones por giro y un pulso de fase Z generado por giro. Es decir, un mecanismo giratorio 83 está configurado para hacer girar libremente el husillo de aire 87, es decir, la placa giratoria 82 en el sentido de la flecha de rotación mostrada en la FIG. 4 y, por lo tanto, el material 32 se hace girar libremente según una señal de suministro de potencia, no mostrada, proporcionada a un motor de accionamiento de rotación 81.

10

Cuando la información se graba sobre la superficie del material 32, el material 32 se introduce en la cámara de vacío 71 mediante la unidad de transporte 86 del compartimento de carga 84 y se coloca sobre la placa giratoria 82. Después, la bomba de vacío 73 crea un estado de vacío predeterminado en la cámara de vacío 71.

15 Cuando se lleva a cabo el trazado, la placa giratoria 82, es decir, el material 32, se hace girar a una velocidad predeterminada en la dirección de la flecha de rotación, por medio del motor de accionamiento de rotación 81 y el codificador giratorio óptico 80, y, además, el material 32 se mueve en una dirección predeterminada a lo largo de la dirección de la flecha X como resultado del giro del tornillo de avance 77 en un sentido predeterminado mediante el motor de accionamiento 72. En este estado, la información se graba sobre la superficie del material 32 de manera bidimensional por medio del haz de electrones emitido por el aparato de aplicación de haz de electrones 10.

Cuando finaliza el trazado, el material 32 se expulsa de la cámara de vacío 71 mediante la unidad de transporte 86 del compartimento de carga 84.

25 La descripción se ha realizado para el aparato de trazado como un ejemplo. Un aparato de trazado según la presente invención está configurado para grabar información sobre la superficie de un material mediante la utilización de un haz de electrones emitido por un aparato de aplicación de haz de electrones según la presente invención, no estando limitado a esto. Por ejemplo, en la realización descrita anteriormente, el material se hace girar mientras que el material se mueve en una dirección, cuando se lleva a cabo el trazado. Sin embargo, el material puede moverse en dos direcciones, es decir, la dirección de la flecha X y una dirección Y perpendicular a la misma. Además, el trazado puede llevarse a cabo alternativamente en un estado en el que el material se mueve en tres direcciones, es decir, las direcciones XYZ que incluyen una dirección Z que es una dirección vertical en la FIG. 4.

Además, un aparato de aplicación de haz de electrones y un aparato de trazado según la presente invención también pueden aplicarse para grabar información en varios tipos de medios de grabación de información tales como una memoria holográfica o similares, aparte de grabar información en un medio óptico tal como un DVD.

Además, la presente invención no está limitada a las realizaciones descritas anteriormente, pudiendo llevarse a cabo variaciones y modificaciones sin apartarse de la presente invención definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de aplicación de haz de electrones para aplicar un haz de electrones a la superficie de un material (32) para grabar información sobre la superficie del material, que comprende:
5 una fuente de electrones de tipo emisión de campo térmico (12) que emite un haz de electrones,
una lente electrostática (14), dispuesta inmediatamente debajo de la fuente de electrones, que actúa como un electrodo de condensación para condensar en una segunda abertura angular más pequeña que una primera
10 abertura angular el haz de electrones emitido por la fuente de electrones en la primera abertura angular,
una lente condensadora (18), dispuesta en un lado aguas abajo de la lente electrostática, que condensa en un punto de cruce el haz de electrones una vez condensado en la segunda abertura angular por la lente electrostática; y
15 una lente de objetivo (28), dispuesta en un lado aguas abajo de la lente condensadora, que condensa sobre la superficie del material el haz de electrones una vez condensado en el punto de cruce por la lente condensadora, donde el aparato comprende además:
una bobina de alineación de eje (16) dispuesta entre la lente electrostática y la lente condensadora para corregir un
20 desplazamiento de eje del haz de electrones aplicado a la lente condensadora desde la lente electrostática; y
un electrodo de supresión (20), dispuesto entre la lente condensadora y la lente de objetivo, que desvía el haz de electrones condensado en el punto de cruce por la lente condensadora.
25 2. El aparato de aplicación de haz de electrones según la reivindicación 1, en el que:
una relación de reducción de diámetro de haz del haz de electrones condensado sobre la superficie del material con respecto a un diámetro de haz del haz de electrones emitido por la fuente de electrones cuando no se aplica la lente electrostática se fija dentro de un intervalo comprendido entre 1 y 10.
30 3. El aparato de aplicación de haz de electrones según la reivindicación 2, en el que:
la relación de reducción de diámetro de haz se fija aproximadamente igual a 1.
35 4. El aparato de aplicación de haz de electrones según la reivindicación 1, que comprende además:
una abertura (22) que actúa como una abertura selectora y como una abertura de objetivo, dispuesta entre la lente condensadora y la lente de objetivo, en un lado aguas abajo del electrodo de supresión, para controlar la activación/desactivación del haz de electrones junto con el electrodo de supresión, según la información que va a
40 escribirse, para el caso de escritura de información, donde:
el punto de cruce está fijado cerca de, en un lado aguas arriba o un lado aguas abajo, de una parte de orificio de dicha abertura.
45 5. Un aparato de trazado que comprende el aparato de aplicación de haz de electrones según la reivindicación 1, configurado para grabar información sobre la superficie de un material mediante la utilización del haz de electrones aplicado por el aparato de aplicación de haz de electrones.
6. Un aparato de trazado que comprende el aparato de aplicación de haz de electrones según la
50 reivindicación 2, configurado para grabar información sobre la superficie de un material mediante la utilización del haz de electrones aplicado por el aparato de aplicación de haz de electrones.
7. Un aparato de trazado que comprende el aparato de aplicación de haz de electrones según la reivindicación 3, configurado para grabar información sobre la superficie de un material mediante la utilización del
55 haz de electrones aplicado por el aparato de aplicación de haz de electrones.
8. Un aparato de trazado que comprende el aparato de aplicación de haz de electrones según la reivindicación 4, configurado para grabar información sobre la superficie de un material mediante la utilización del haz de electrones aplicado por el aparato de aplicación de haz de electrones.

FIG.1

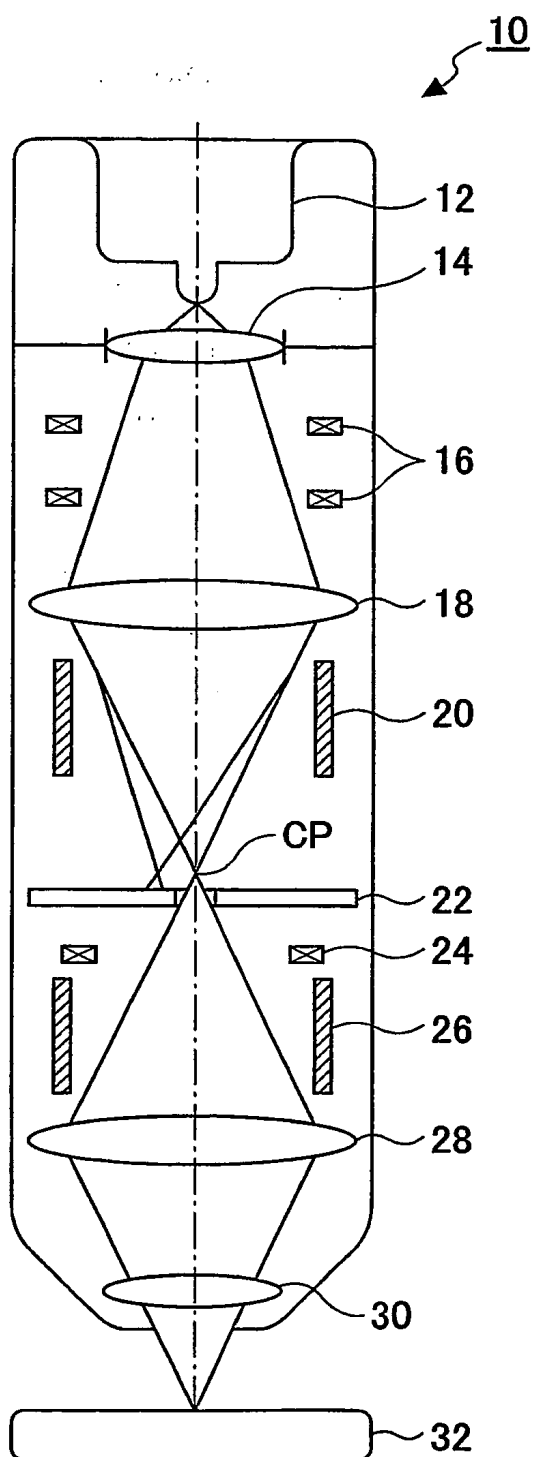


FIG.2

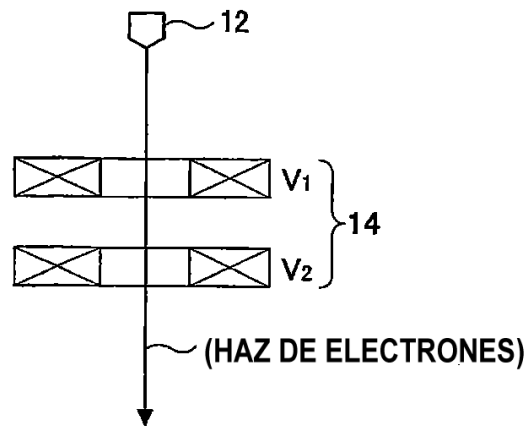


FIG.3

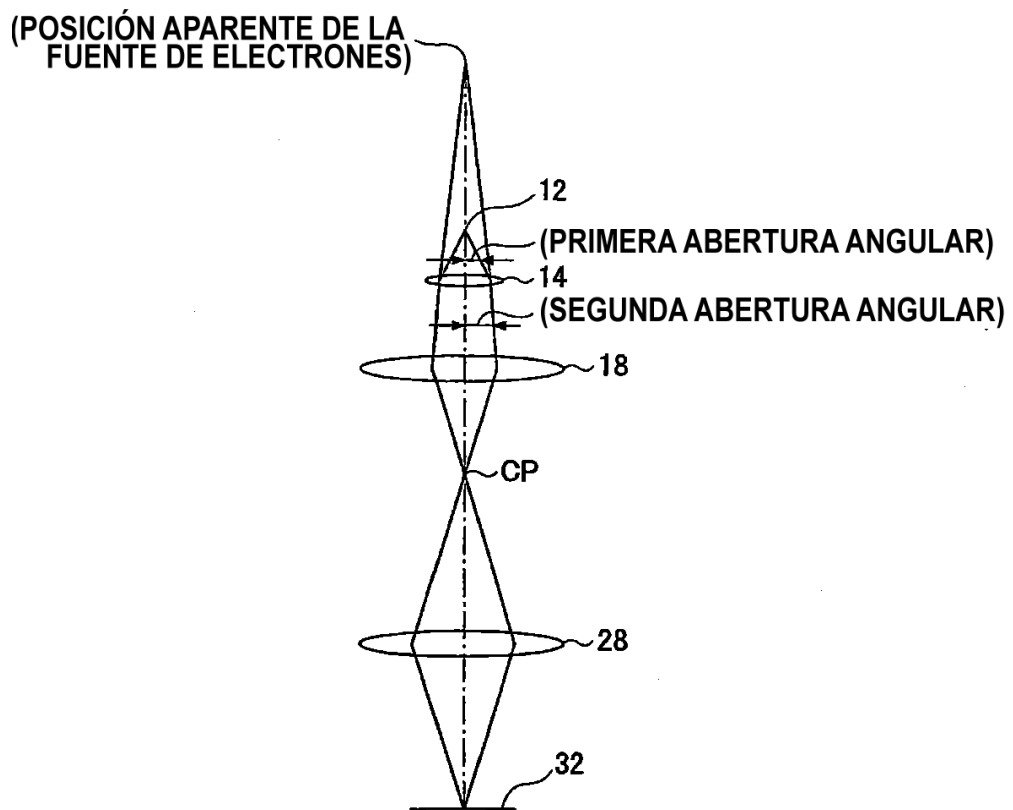


FIG.4

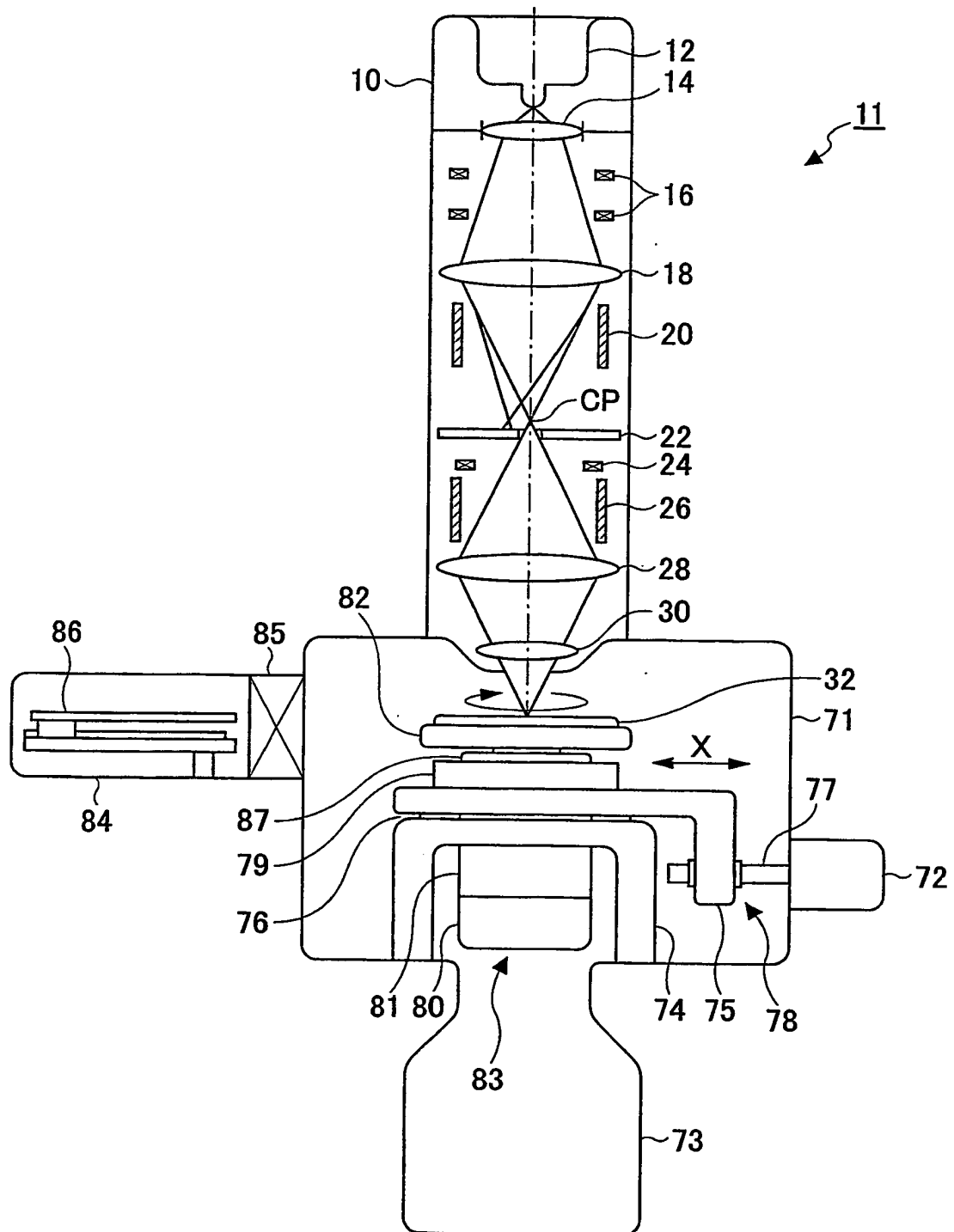


FIG.5

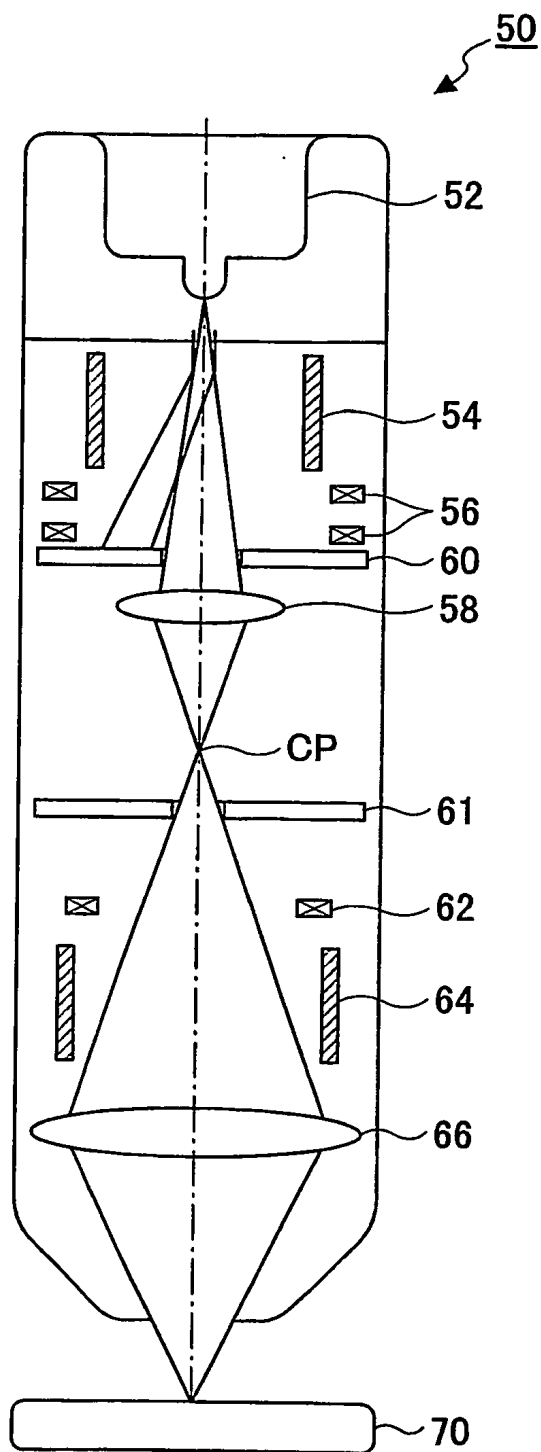


FIG.6

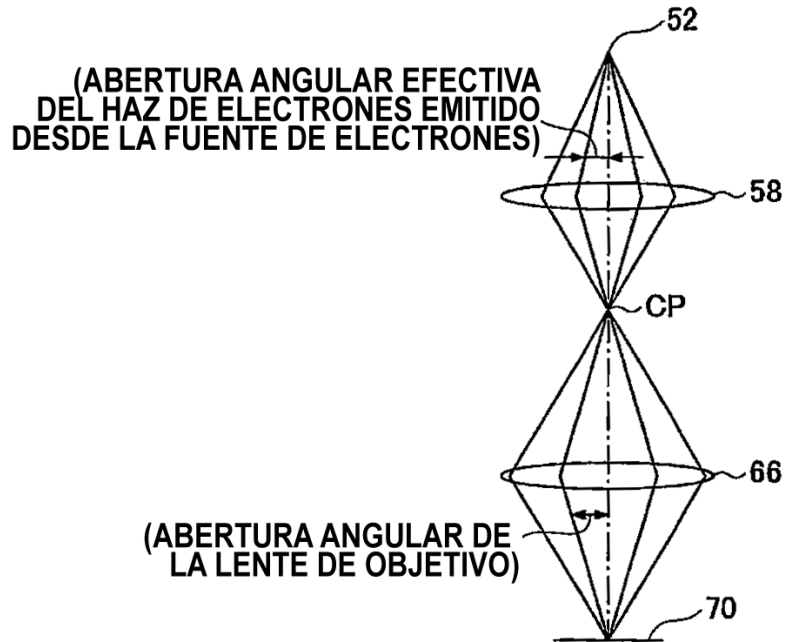


FIG.7

