

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 804**

51 Int. Cl.:

G11B 7/007 (2006.01)

G11B 7/24 (2013.01)

G11B 7/0045 (2006.01)

G11B 7/125 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2009 E 09804751 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2264702**

54 Título: **Medio de grabación de información, método de lectura y sistemas para leer y escribir el medio**

30 Prioridad:

07.08.2008 US 86844 P

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

03.04.2013

73 Titular/es:

**PANASONIC CORPORATION (100.0%)
1006, Oaza Kadoma
Kadoma-shi, Osaka 571-8501, JP**

72 Inventor/es:

**SHOJI, MAMORU y
ITO, KIYOTAKA**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 399 804 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

Medio de grabación de información, método de lectura y sistemas para leer y escribir el medio

5 **Campo técnico**

La presente descripción se refiere a un medio de almacenamiento de información en el que se escribe información por irradiación con un haz láser. Más en concreto, la presente descripción se refiere a un medio de almacenamiento de información con tres o más capas de almacenamiento de información y un dispositivo de escritura de información que es compatible con dicho medio de almacenamiento de información.

Antecedentes de la invención

Varios tipos de medios de almacenamiento de información, en los que se puede escribir información irradiando luz que ha sido modulada de manera que represente la información a escribir (tal como un haz láser), han sido desarrollados ampliamente como medio para almacenar gran cantidad de información. Los ejemplos de los medios de almacenamiento de información incluyen un medio de almacenamiento de información de escritura única, en el que solamente se puede escribir información una vez en cada zona particular, y un medio de almacenamiento de información reescribible, en el que se puede reescribir información un número ilimitado de veces. Los dos tipos se denominan por lo general un "disco óptico de escritura única" y un "disco óptico reescribible", respectivamente.

Para aumentar en gran medida la capacidad de almacenamiento de un disco óptico, una medida efectiva es obtener múltiples capas de almacenamiento apiladas una sobre otra en un solo disco óptico. En lo que respecta a los DVDs y BDs, ya están disponibles los discos de doble capa con dos capas de almacenamiento de información.

Dicho disco óptico tiene una zona de prueba de escritura para determinar las condiciones de escritura apropiadas para escribir información (tal como la potencia de grabación de la luz, entre otras cosas) en cada una de sus capas de almacenamiento de información. Al escribir información en un disco óptico usando una unidad de disco óptico, la potencia de grabación se optimiza usando la zona de prueba de escritura cuando se está cargando el disco en la unidad o justo antes de escribir realmente datos en él. Por ejemplo, el documento de Patente número 1 describe un método para determinar la potencia de grabación para un disco óptico de escritura única.

El documento de Patente número 2 describe un medio de grabación tal como un BD, que tiene una pluralidad de capas de grabación (por ejemplo, cuatro), cada una de cuyas capas de grabación incluye una zona de prueba de potencia (OPC). Las zonas de prueba de potencia no están dispuestas en la misma posición radial (es decir, no se solapan en la dirección de irradiación del láser).

Lista de citas

40 **Literatura de patentes**

Documento de Patente número 1: Publicación de la Solicitud de Patente japonesa número 2002-358648. Documento de Patente número 2: Publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos US 2008/013438 A1.

45 **Resumen de la invención**

Problema técnico

El documento de Patente número 1 describe técnicas aplicables a un disco óptico con dos capas de almacenamiento de información, pero no describe nada acerca de la estructura de un disco óptico con tres o más capas de almacenamiento de información (por ejemplo, la disposición de las zonas de prueba de escritura y cómo usarlas, entre otras cosas).

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un medio de almacenamiento de información con cuatro o más capas de almacenamiento de información, en cada una de las cuales se puede escribir información en condiciones apropiadas, y también proporcionar un sistema de lectura de información, un método de lectura y un sistema de escritura de información que son compatibles con dicho medio de almacenamiento de información.

Solución al problema

Esto se logra con las características de las reivindicaciones independientes.

Efectos ventajosos de la invención

65 Un disco óptico según la presente invención tiene cuatro o más capas de almacenamiento de información, cada una de las cuales tiene una zona de prueba de escritura. Por esa razón, aunque las capas de almacenamiento de

información sean irradiadas con un haz láser a intensidades mutuamente diferentes o en entornos térmicos respectivamente diferentes, todavía se puede realizar una operación de prueba de escritura en la capa de almacenamiento de información deseada, en la que se va a realizar una operación de escritura, usando su zona de prueba de escritura en el entorno operativo de dicha capa. En consecuencia, se puede determinar la mejor potencia de grabación para cada una de las capas de almacenamiento de información.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática despiezada que ilustra la composición de un medio de almacenamiento de información como una primera realización comparativa específica.

La figura 2 es una representación esquemática que ilustra una disposición de zonas de prueba de escritura para el medio de almacenamiento de información representado en la figura 1.

La figura 3 es una representación esquemática que ilustra la disposición de zonas de prueba de escritura en un medio de almacenamiento de información como ejemplo comparativo.

La figura 4(a) ilustra esquemáticamente la estructura de cada una de las capas de almacenamiento de información del medio de almacenamiento de información representado en la figura 1, y las figuras 4(b) y 4(c) son representaciones esquemáticas que ilustran, cada una, una dirección en la que la zona de prueba de escritura puede ser usada en cada una de las capas de almacenamiento de información del medio de almacenamiento de información representado en la figura 1.

Las figuras 5(a) y 5(b) son representaciones esquemáticas que ilustran, cada una, una disposición alternativa de zonas de prueba de escritura para el medio de almacenamiento de información de la primera realización comparativa.

La figura 6 es una representación esquemática que ilustra otra disposición alternativa de zonas de prueba de escritura para el medio de almacenamiento de información de la primera realización comparativa.

La figura 7 es una representación esquemática que ilustra cómo una zona deteriorada en una capa de almacenamiento de información L2 afectará a las otras capas de almacenamiento de información L0 y L1.

La figura 8 es una representación esquemática que ilustra otra disposición alternativa de zonas de prueba de escritura para el medio de almacenamiento de información de la primera realización comparativa.

La figura 9 es una representación esquemática que ilustra una disposición de zonas de prueba de escritura para un medio de almacenamiento de información como una realización preferida de la presente invención.

La figura 10 es una representación esquemática que ilustra una disposición alternativa de zonas de prueba de escritura para el medio de almacenamiento de información de la realización preferida.

La figura 11 es una representación esquemática que ilustra otra disposición alternativa de zonas de prueba de escritura para el medio de almacenamiento de información de la realización preferida.

La figura 12 es una representación esquemática que ilustra otra disposición alternativa de zonas de prueba de escritura para el medio de almacenamiento de información de la realización preferida.

La figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra una realización preferida de un dispositivo de escritura de información según un sistema de la presente invención.

La figura 14 es una representación esquemática que ilustra la estructura de un medio de almacenamiento de información como una cuarta realización de la presente descripción.

La figura 15 es una representación esquemática que ilustra la estructura de un medio monocapa de almacenamiento de información.

La figura 16 es una representación esquemática que ilustra la estructura de un medio de almacenamiento de información de doble capa.

La figura 17 es una representación esquemática que ilustra la estructura de un medio de almacenamiento de información de tres capas.

La figura 18 es una representación esquemática que ilustra la estructura de un medio de almacenamiento de información de cuatro capas.

La figura 19 es una representación esquemática que ilustra la estructura física de un medio de almacenamiento de información como una cuarta realización de la presente descripción.

5 Las figuras 20(a) y 20(b) son representaciones esquemáticas que ilustran, cada una, un punto de haz láser y marcas de grabación en una pista.

La figura 21 es una representación esquemática que ilustra cómo una serie de marcas de grabación en una pista son irradiadas con un haz de luz.

10 La figura 22 es un gráfico que representa cómo cambia la OTF con la marca de grabación más corta.

La figura 23 es otro gráfico que representa cómo cambia la OTF con la marca de grabación más corta.

15 Descripción de realizaciones

(Realización 1)

A continuación se describirá una primera realización de un medio de almacenamiento de información como un ejemplo comparativo con referencia a los dibujos acompañantes. Un medio de almacenamiento de información según la presente descripción puede ser de escritura única o reescribible.

20 La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática despiezada que ilustra la composición de un medio de almacenamiento de información como una primera realización comparativa. Como se ha mencionado anteriormente, un medio de almacenamiento de información de/en el que se puede leer y/o escribir ópticamente información se denomina por lo general un "disco óptico". Así, el medio de almacenamiento de información de la presente descripción también se denominará aquí un "disco óptico". En el sentido en que se usa aquí, "información" se refiere a información de caracteres, información audio, información de imágenes o vídeo, programas, y otros varios tipos de información que pueden ser almacenados en un medio de almacenamiento de información. Cualquiera de estos elementos de información se digitaliza y luego se escribe en un medio de almacenamiento de información o es procesado por alguno de varios tipos de procesadores de información. En general, dicho tipo de "información" a procesar con un ordenador se llama "datos". Por esa razón "información" es sinónimo aquí de "datos". En esta descripción se utilizará selectivamente uno de estos términos "información" y "datos" según el uso general o convencional. Por ejemplo, un disco óptico se denominará aquí un "medio de almacenamiento de información", pero la zona en la que almacenar información se denominará "zona de datos" según el uso general.

35 Como se representa en la figura 1, el disco óptico 101 incluye un sustrato 110, capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2, capas de separación 111 y 112, y una capa de cubierta 113. Las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 están dispuestas entre el sustrato 110 y la capa de cubierta 113 de modo que la capa de almacenamiento de información L0 esté situada más próxima al sustrato 110 y la capa de almacenamiento de información L2 esté situada más próxima a la capa de cubierta 113. Cuando un haz láser 200 que ha sido modulado con el fin de representar la información a escribir irradia el disco a través de la capa de cubierta 113, las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 se apilan en este orden de modo que la capa de almacenamiento de información L0 esté situada muy distante de la superficie de la capa de cubierta 113 en la que incide el haz láser 200. Las capas de separación 111 y 112 están dispuestas entre las capas de almacenamiento de información L0 y L1 y entre las capas de almacenamiento de información L1 y L2, respectivamente.

40 El sustrato 110, las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2, las capas de separación 111 y 112 y la capa de cubierta 113 están apiladas una sobre otra en el orden descrito anteriormente y unidas conjuntamente. Y se ha formado un agujero de fijación 114 a través del centro del disco óptico 101 con dicha estructura multicapa. El sustrato 110, las capas de separación 111 y 112 y la capa de cubierta 113 se pueden hacer de una resina de policarbonato, por ejemplo.

55 En cada una de las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 se ha dispuesto pistas concéntricas o en espiral en las que se escriben datos. Además, cada una de estas capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 tiene una zona de datos D0, D1 o D2 y una zona de entrada R0, R1 o R2, que está dispuesta más próxima al borde interior del disco que la zona de datos D0, D1 o D2.

60 Las zonas de datos D0, D1 y D2 son zonas en las que se escribirán datos de usuario. Si el disco óptico 101 es un disco de escritura única, solamente se puede escribir información una vez en cada porción de las zonas de datos D0, D1 y D2 y nunca se puede reescribir. Sin embargo, si el disco óptico 101 es reescribible, la información que se ha escrito una vez en la zona de datos D0, D1 o D2 puede ser reescrita después con cualquier otro elemento de información.

65 Cada una de las zonas de entrada R0, R1 y R2 tiene al menos una zona de control de lectura solamente (que también se llama PIC (zona de información permanente y datos de control)) y una zona de prueba de escritura (que también se llama OPC (zona de control de potencia óptima)) en la que se puede escribir información.

5 La zona de prueba de escritura se usa para regular la potencia de grabación del haz láser al escribir información en la zona de datos. Específicamente, la zona de prueba de escritura es irradiada con un haz láser, que ha sido modulado con el fin de representar información predeterminada, variando al mismo tiempo su potencia de grabación, haciendo por ello marcas de grabación en ella. Después de ello, las marcas de grabación que quedan son irradiadas con un haz láser para leer la información allí almacenada y se clasifica la calidad de la información leída, determinando por ello la mejor potencia de grabación.

10 La zona de prueba de escritura de la zona de entrada R0 se usa para regular la potencia de grabación del haz láser para escribir información en la zona de datos D0 de la misma capa de almacenamiento de información L0. De la misma forma, las zonas de prueba de escritura de las zonas de entrada R1 y R2 se usan para regular la potencia de grabación del haz láser para escribir información en las zonas de datos D1 y D2, respectivamente.

15 En la zona de control se almacena información de disco e información acerca de varios parámetros de grabación tales como la potencia del haz láser irradiante para escribir datos de usuario según las recomendaciones del fabricante del medio de almacenamiento (disco óptico). Los mejores parámetros de grabación para escribir información en las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 cambian de una capa a otra. En esta realización se supone que la zona de control de cada una de las zonas de entrada R0, R1 y R2 almacena no solamente información acerca de los parámetros de grabación para escribir información en la zona de datos de su propia capa de almacenamiento de información, sino también información acerca de los parámetros de grabación para escribir información en las otras capas de almacenamiento de información. Específicamente, en la zona de control de la zona de entrada R0, se almacena información acerca de los parámetros de grabación para escribir información en las zonas de datos D0, D1 y D2 de las tres capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2. Igualmente, la zona de control de cada una de las otras zonas de entrada R1 y R2 también guarda información acerca de los parámetros de grabación para escribir información en las zonas de datos D0, D1 y D2 de las tres capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2.

30 Así, se puede obtener información acerca de los parámetros de grabación para las tres capas de almacenamiento de información de la zona de control de cualquiera de las tres capas de almacenamiento de información. Por esa razón, en comparación con una situación donde la zona de control de cada capa de almacenamiento de información guarda solamente información acerca de los parámetros de grabación para dicha capa de almacenamiento de información, se puede empezar a escribir datos de usuario en un tiempo más corto. Además, aunque una capa de almacenamiento de información diferente de la deseada haya empezado a ser explorada por error debido a algún problema, por ejemplo, también se puede obtener información acerca de los parámetros de grabación para la capa de almacenamiento de información deseada explorando la zona de control de dicha capa errónea de almacenamiento de información.

40 Los parámetros de grabación no siempre se tienen que almacenar en la zona de control como se ha descrito anteriormente. Alternativamente, la zona de control de cada capa de almacenamiento de información puede almacenar información solamente acerca de los parámetros de grabación para realizar una operación de escritura en la zona de datos de dicha capa. En ese caso, la cantidad de la información de parámetro de grabación a almacenar en cada zona de control se puede reducir, y por lo tanto, el tamaño de la zona de control también se puede reducir. Como resultado, aunque haya un mayor número de capas de almacenamiento de información y si las zonas de prueba de escritura de las capas de almacenamiento están dispuestas en posiciones radiales mutuamente diferentes como se describirá más adelante, las zonas de control todavía se pueden asegurar más fácilmente.

50 Además, si el disco óptico 101 es del tipo de escritura única, la zona de control de solamente una de sus múltiples capas de almacenamiento de información puede almacenar información acerca de los parámetros de grabación para escribir información en la zona de datos de cada capa de almacenamiento de información incluida en dicho disco óptico 101. En ese caso, la zona de control que guarda la información de parámetro de grabación acerca de todas las capas de almacenamiento de información se puede disponer en la capa de almacenamiento de información que esté situada más distante de la superficie de incidencia de la luz.

55 Si el disco óptico 101 es un disco de escritura única, la información acerca de los parámetros de grabación para escribir información en las zonas de datos D0, D1 y D2 de las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 se puede almacenar solamente en la zona de control de la zona de entrada R0 en la capa de almacenamiento de información L0, por ejemplo.

60 Además, en ese caso, la profundidad (o el grosor) de la capa de almacenamiento de información L0 medida desde la superficie de la capa de cubierta 113 en la que el haz láser 200 es incidente (es decir, la superficie del disco 101) puede concordar con la profundidad de la única capa de almacenamiento de información de un disco óptico monocapa medida a partir de la superficie del disco. Entonces, una unidad de disco óptico para realizar una operación de lectura/escritura en un disco óptico con una sola capa de almacenamiento de información también puede obtener la información de disco de alguna de las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 del disco óptico 101. Es decir, se puede usar en ese caso una unidad de disco óptico con una configuración más simple.

En términos generales, cuanto más distante de la superficie óptica del disco esté una capa de almacenamiento de información, más significativamente se deteriorará la señal leída de dicha capa debido a oscilación. Por esa razón, si un disco óptico dado tiene múltiples capas de almacenamiento de información, la profundidad de una de las capas de almacenamiento de información (es decir, la capa de referencia) que está situada en el nivel más profundo desde la superficie (es decir, más próxima al sustrato) es preferiblemente aproximadamente igual a la de la única capa de almacenamiento de información de un disco óptico monocapa. En ese caso, si la zona de cada una de las otras capas de almacenamiento de información, correspondiente a la zona de información de disco de dicha capa de almacenamiento de información más próxima al sustrato, tiene la misma estructura de ranura que la zona de datos, entonces la transmitancia del haz láser a dicha capa de almacenamiento de información más próxima al sustrato puede ser la misma en cualquier lugar en el disco independientemente de la posición radial. Así, se puede simplificar la configuración de la unidad de disco óptico, y se puede hacer más fácilmente otras capas, porque no hay necesidad de proporcionar medios detectores especiales para recuperar la información de disco de dicha capa de almacenamiento de información que está situada más próxima al sustrato.

La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal del disco óptico 101 e ilustra la disposición de las zonas de prueba de escritura en las zonas de entrada R0, R1 y R2. En la figura 2 y otros dibujos similares, las capas de separación 111 y 112 no se representan. Se supone que el haz láser 200 procede de la estructura representada en la figura 2 y el borde exterior del disco está situado en el lado derecho, como indica la flecha representada en la figura 2.

Como se representa en la figura 2, las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 están situadas en las zonas de entrada R0, R1 y R2 de las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2, respectivamente. Estas zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 están dispuestas en posiciones radiales mutuamente diferentes de manera que no se solapan una con otra de ninguna forma en la dirección en que estas capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 están apiladas una sobre otra (es decir, según se ve en la dirección en que viene el haz láser 200).

Más específicamente, en el disco óptico 101, el extremo periférico interior T0a de la zona de prueba de escritura T0 de la segunda capa interior de almacenamiento de información L0 está situado más próximo al borde exterior del disco que el extremo periférico exterior T1b de la zona de prueba de escritura T1 de la capa interior de almacenamiento de información L1, y entre ellas se deja un intervalo (o un intersticio) de modo que las zonas de prueba de escritura no se solapan una con otra. Este intervalo tiene una distancia que se define por la diferencia entre las posiciones radiales respectivas del extremo periférico interior T0a y el extremo periférico exterior T1b. Igualmente, el extremo periférico interior T2a de la zona de prueba de escritura T2 de la capa exterior de almacenamiento de información L2 está situado más próximo al borde exterior del disco que el extremo periférico exterior T0b de la zona de prueba de escritura T0 de la segunda capa interior de almacenamiento de información L0, y entre ellas se deja un intervalo que se define por la diferencia entre las posiciones radiales respectivas del extremo periférico interior T2a y el extremo periférico exterior T0b.

Si las tres capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 se cuentan desde la que está situada más distante de la superficie en la que incide el haz láser 200, la zona de prueba de escritura T2 de la tercera capa de almacenamiento de información más distante L2 está situada más próxima al borde exterior del disco que la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información más distante L0. Y la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 está situada más próxima a dicho borde exterior que la zona de prueba de escritura T1 de la segunda capa de almacenamiento de información más distante L1.

A continuación, se describirá el efecto que se logrará mediante dicha disposición de las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2. Supóngase que las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 están dispuestas en la misma posición radial, como se representa en la figura 3, en las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 a diferencia de esta realización. Es decir, supóngase que las posiciones radiales de los respectivos extremos periféricos interiores T0a, T1a y T2a de las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 concuerdan una con otra, así como las de sus extremos periféricos exteriores T0b, T1b y T2b, y por lo tanto, las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 se solapan totalmente una con otra. En ese caso, si se destruyese la zona de prueba de escritura T1 de la capa de almacenamiento de información L1, entonces la transmitancia del haz láser a través de la zona de prueba de escritura T1 disminuiría de forma tan significativa que el haz láser no podría llegar a la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0, que está situada más distante para el haz láser que la capa de almacenamiento de información L1. Como resultado, la unidad de disco óptico no podría acceder a la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 mientras intenta realizar en ella una operación de prueba de escritura.

Además, aunque la zona de prueba de escritura T1 de la capa de almacenamiento de información L1 no se destruyese, sino que su transmitancia variase de forma significativa como resultado de una operación de prueba de escritura que haya sido realizada con demasiada potencia de irradiación en la zona de prueba de escritura T1 en la capa de almacenamiento de información L1, entonces la intensidad del haz láser que llega a la capa de almacenamiento de información L0 cambiaría dependiendo de si se realiza o no una operación de escritura en la zona de prueba de escritura T1.

Igualmente, si la zona de prueba de escritura T2 se destruyese o si la transmitancia del haz láser a través de la zona de prueba de escritura T2 se cambiase de forma significativa, entonces las otras zonas de prueba de escritura T0 y T1 podrían quedar afectadas. Por esa razón, según la disposición de las zonas de prueba de escritura representadas en la figura 3, la operación de prueba de escritura no se podría realizar adecuadamente en las zonas de prueba de escritura T0 y T1 de las capas de almacenamiento de información L0 y L1 y la potencia de grabación tampoco se podría determinar adecuadamente para las capas de almacenamiento de información L0 y L1.

Por otra parte, según la disposición de las zonas de prueba de escritura de esta realización representada en la figura 2, las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 están dispuestas en posiciones radiales mutuamente diferentes, y no se solapan una con otra de ningún modo en la dirección en la que las capas de almacenamiento de información están apiladas una sobre otra. Por esa razón, aunque se destruyese la zona de prueba de escritura T1 de la capa de almacenamiento de información L1, el haz láser todavía podría llegar a la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 sin (o al menos casi sin) verse afectado por la zona de prueba de escritura T1 destruida. En consecuencia, la operación de prueba de escritura se podría realizar según lo previsto en la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 y la potencia de grabación todavía se podría determinar adecuadamente para la capa de almacenamiento de información L0. Igualmente, aunque se destruyese la zona de prueba de escritura T2 de la capa de almacenamiento de información L2, las potencias de grabación todavía se podrían determinar adecuadamente para las capas de almacenamiento de información L0 y L1.

Además, por la misma razón, aunque se variase la transmitancia del haz láser que pasa a través de alguna de las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2, el haz láser todavía podría llegar a la zona de prueba de escritura T0, T1, T2 de cada capa de almacenamiento de información L0, L1, L2. En consecuencia, la operación de prueba de escritura se podría realizar según lo previsto en la zona de prueba de escritura T0, T1, T2 de cada capa de almacenamiento de información L0, L1, L2 y la potencia de grabación todavía se podría determinar adecuadamente para cada capa de almacenamiento de información L0, L1, L2.

En un disco óptico reescribible que utiliza un cambio de fase de una capa de almacenamiento de información, aunque las marcas de grabación amorfas y cristalinas tengan transmitancias mutuamente diferentes, la transmitancia de la capa de almacenamiento de información todavía se puede mantener sin cambiar borrando las marcas de grabación después de haber determinado la potencia de grabación. En un disco óptico de escritura única, en el que una operación de escritura puede ser realizada solamente una vez, la película de grabación de su capa de almacenamiento de información tiene propiedades irreversibles. Por esa razón, la disposición de las zonas de prueba de escritura según esta realización puede ser usada en particular efectivamente en un disco óptico de escritura única, entre otras cosas.

A continuación, se describirá en qué direcciones se usan las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2. Como indican las flechas en la figura 2, las pistas están dispuestas en las capas de almacenamiento de información L0 y L2 de modo que el haz láser explore las capas de almacenamiento de información L0 y L2 hacia fuera (es decir, desde alguna posición radial interior en el disco hacia su borde exterior). Por otra parte, en la capa de almacenamiento de información L1, las pistas están dispuestas de modo que el haz láser explore la capa de almacenamiento de información L1 hacia dentro (es decir, desde alguna posición radial exterior en el disco hacia su borde interior). Por ejemplo, si las pistas están dispuestas en espiral, la dirección en la que dichas pistas están dispuestas en espiral en las capas de almacenamiento de información L0 y L2 es opuesta a aquella en la que las pistas están dispuestas en espiral en la capa de almacenamiento de información L1. Por esa razón, al leer o escribir información de/en las capas de almacenamiento de información L0 y L1 de forma continua, tan pronto como la última sesión de una operación de lectura/escritura en la capa de almacenamiento de información L0 se realiza en la porción exterior de la zona de datos D0, la primera sesión de una operación de lectura/escritura en la capa de almacenamiento de información L1 puede ser iniciada desde la porción exterior de la zona de datos D1 con el punto de haz láser fijado en la misma posición radial. Igualmente, tan pronto como la última sesión de una operación de lectura/escritura en la capa de almacenamiento de información L1 se realiza en la porción interior de la zona de datos D1, la primera sesión de una operación de lectura/escritura en la capa de almacenamiento de información L2 puede ser iniciada a partir de la porción interior de la zona de datos D2 con el punto de haz láser fijado en la misma posición radial. Así, la información puede ser leída o escrita sin hacer que el punto de haz láser salte hacia la posición interior o exterior en el disco óptico 101 cada vez que las capas deseadas se tengan que cambiar a la capa de almacenamiento de información siguiente. No obstante, si se cumplen los requisitos a describir más tarde, el punto de haz láser no siempre tiene que ir en tales direcciones en las capas respectivas.

Mientras tanto, las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 se usan preferiblemente en direcciones opuestas a aquellas en las que el punto de haz láser va en las respectivas capas de almacenamiento de información. A continuación, se describirá exactamente en qué direcciones se usan las zonas de prueba de escritura.

Como se ha descrito anteriormente, la zona de prueba de escritura dispuesta en cada una de estas capas de almacenamiento de información se ha previsto para determinar la potencia de irradiación de un haz láser para escribir datos en la zona de datos de dicha capa realizando una operación de prueba de escritura en dicha zona. Por ejemplo, se puede escribir datos de prueba en la zona de prueba de escritura un número de veces con la potencia de irradiación incrementada en 1 mW cada vez, y luego los datos de prueba escritos pueden ser leídos para

determinar qué potencia de irradiación se deberá adoptar para obtener los mejores índices de señal leída, tales como la tasa de error y la inestabilidad.

5 Al escribir datos de prueba, la potencia de irradiación se puede poner, por referencia a la zona de control, cerca de una potencia de irradiación recomendada que se almacena en la zona de control. Sin embargo, si la potencia de irradiación real fuese ligeramente diferente del parámetro de potencia debido a una variación en la sensibilidad del disco óptico dado al haz láser o en el rendimiento del cabezal óptico de una unidad de disco óptico que realiza una operación de escritura en el disco óptico, entonces dicha desviación esperada se podría tomar en cuenta. Por ejemplo, los datos de prueba se pueden escribir con la potencia de irradiación variada en un paso de 5% dentro de un rango de potencia que cubre $\pm 20\%$ en torno a la potencia recomendada.

15 Además, en lugar de adoptar la potencia de irradiación que optimiza los índices de señal leída, se puede poner un valor de referencia con respecto a la tasa de error o inestabilidad, y la potencia de grabación para escribir datos de usuario se puede definir de modo que sea un valor de potencia que esté situado aproximadamente en el centro de un rango de potencia de irradiación que sea igual o inferior al valor de referencia. En ese caso, aunque la potencia de irradiación real se desviase de forma significativa del parámetro de potencia debido a una variación de la temperatura de la fuente de luz que emite el haz láser mientras se están escribiendo datos de usuario, los datos de usuario todavía se podrían escribir con calidad a condición de que la potencia de irradiación caiga dentro de un rango en el que la variación sea igual o menor que un valor de referencia. Además, aunque el disco óptico estuviese algo alabeado, los datos de usuario todavía se podrían escribir exactamente a condición de que la potencia de irradiación cayese dentro de un rango en el que la variación de la potencia de grabación fuese igual o menor que un valor de referencia.

25 No obstante, según dicha técnica para determinar la potencia de grabación, la potencia de irradiación se deberá variar de forma significativa en la zona de prueba de escritura. Por esa razón, la zona de prueba de escritura en la que se ha escrito datos con alta potencia se podría deteriorar posiblemente.

30 En un disco óptico reescribible, se puede realizar una operación de prueba de escritura en la misma zona varias veces a no ser que la zona de prueba de escritura se deteriore como resultado de la operación de prueba de escritura. Por esa razón, no hay necesidad de imponer ninguna restricción a cómo usar la zona de prueba de escritura. Sin embargo, en cuanto a un disco óptico de escritura única en el que solamente se puede escribir datos una vez, sus zonas de prueba de escritura no grabadas se usan preferiblemente secuencialmente a partir de ambos extremos, más bien que aleatoriamente, porque los datos de prueba se tienen que escribir con la potencia de irradiación variada cuando la potencia de grabación se deba determinar como se ha descrito anteriormente. Además, incluso en un disco óptico reescribible, si el rendimiento de escritura variase cuando la operación de escritura se realice repetidas veces un número creciente de veces, sus zonas de prueba de escritura también se usan preferiblemente secuencialmente a partir de ambos extremos, justo como un disco óptico de escritura única.

40 La figura 4(a) ilustra un L_n arbitrario (donde n es 0, 1 o 2) de las capas de almacenamiento de información L_0 , L_1 y L_2 del disco óptico 101. Como se ha descrito anteriormente, la capa de almacenamiento de información L_n tiene una zona de entrada R_n , en la que hay una zona de prueba de escritura T_n . Cada una de las zonas de prueba de escritura T_0 , T_1 y T_2 recibe direcciones y está formada por zonas secundarias llamadas "clusters", que tienen un número predeterminado de direcciones consecutivas. Las figuras 4(b) y 4(c) ilustran esquemáticamente las zonas secundarias t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , etc, en la zona de prueba de escritura T_n . Por ejemplo, una de estas zonas secundarias puede ser usada cada vez que se realice una operación de prueba de escritura como se ha descrito anteriormente. La zona de prueba de escritura T_0 , T_1 , T_2 de cada una de las tres capas de almacenamiento de información L_0 , L_1 y L_2 consta del mismo número de zonas secundarias (o clusters) que la zona de prueba de escritura T_0 , T_1 , T_2 de cualquier otra capa de almacenamiento de información L_0 , L_1 , L_2 . Es decir, las zonas de prueba de escritura T_0 , T_1 y T_2 tienen el mismo tamaño.

50 Como se representa en la figura 2, el haz láser explora la capa de almacenamiento de información L_0 hacia fuera (es decir, desde alguna posición radial interior hacia el borde exterior del disco). Por esa razón, su zona de prueba de escritura T_0 tiene zonas secundarias t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , etc, a las que se asignan direcciones en la dirección de exploración del haz láser como indican las flechas en la figura 4(b). En ese caso, las zonas secundarias t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , etc, se usan secuencialmente hacia dentro. Es decir, la exterior de las zonas secundarias no grabadas t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , etc, se usa primero, la segunda exterior después, etc. En el ejemplo ilustrado en la figura 4(b), las zonas secundarias se usan en el orden de t_5 , t_4 , t_3 , t_2 y t_1 . No obstante, en cada una de las zonas secundarias, todavía se realiza una operación de prueba de escritura en la dirección de exploración del haz láser que indican las flechas. Igualmente, el haz láser también explora la capa de almacenamiento de información L_2 hacia fuera, y por lo tanto, sus zonas secundarias t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , etc, se usan hacia dentro en el orden de t_5 , t_4 , t_3 , t_2 y t_1 .

60 Por otra parte, el haz láser explora la capa de almacenamiento de información L_1 hacia dentro (es decir, desde alguna posición radial exterior hacia el borde interior del disco). Por esa razón, su zona de prueba de escritura T_1 tiene zonas secundarias t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , etc, a las que se asignan direcciones en la dirección de exploración del haz láser como indican las flechas en la figura 4(c). En ese caso, las zonas secundarias t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , etc, se usan secuencialmente hacia fuera. Es decir, la interior de las zonas secundarias no grabadas t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , etc, se usa

primero, la segunda interior después, etc. En el ejemplo ilustrado en la figura 4(c), las zonas secundarias se usan en el orden de t5, t4, t3, t2 y t1.

De esta manera, las zonas secundarias de cada zona de prueba de escritura se usan en la dirección opuesta a la dirección de exploración del haz láser (es decir, la dirección en la que va el punto del haz de luz). Así, aunque se destruyese alguna zona secundaria de la zona de prueba de escritura con potencia de irradiación demasiado intensa durante una operación de prueba de escritura haciendo difícil que el punto del haz de luz siga la pista allí, la zona donde la operación de prueba de escritura deberá ser realizada todavía se podría alcanzar sin pasar por la zona secundaria destruida porque la zona de prueba de escritura se usa en la dirección opuesta al avance del punto del haz de luz. Por ejemplo, aunque la zona secundaria t5 de la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 haya sido destruida con potencia de irradiación intensa durante la última operación de prueba de escritura, las direcciones de las zonas de prueba de escritura no grabadas restantes t1, t2, t3 y t4 todavía pueden ser detectadas secuencialmente, y la zona secundaria exterior no usada t4 puede ser detectada durante la operación de prueba de escritura siguiente.

Además, como se puede ver en la figura 2, cuando se usan las zonas de prueba de escritura de las respectivas capas de almacenamiento de información, se usa cualquier par de zonas de prueba de escritura adyacentes desde sus extremos más alejados en direcciones mutuamente opuestas. Por ejemplo, la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 empieza a usarse a partir de una zona secundaria en su extremo periférico exterior T0b, mientras que la zona de prueba de escritura T1 de la capa de almacenamiento de información L1 empieza a usarse a partir de una zona secundaria en su extremo periférico interior T1a. Por esa razón, cuando se ha realizado la operación de prueba de escritura todavía un número relativamente pequeño de veces, la potencia de grabación puede ser determinada con la influencia de las otras capas más reducidas.

Como se ha descrito anteriormente, un disco óptico según esta realización tiene tres o más capas de almacenamiento de información, cada una de las cuales tiene una zona de prueba de escritura. Por esa razón, aunque las capas de almacenamiento de información que están apiladas una sobre otra sean irradiadas con un haz láser a intensidades mutuamente diferentes o en entornos térmicos respectivamente diferentes, todavía se puede realizar una operación de prueba de escritura en la capa de almacenamiento de información deseada, en la que se va a efectuar una operación de escritura, usando su zona de prueba de escritura bajo el entorno operativo de dicha capa. En consecuencia, se puede determinar la mejor potencia de grabación para cada una de las capas de almacenamiento de información.

Además, las capas de almacenamiento de información están dispuestas en posiciones radiales mutuamente diferentes para no solapar una con otra en la dirección de apilamiento. Por esa razón, la operación de prueba de escritura puede ser realizada según lo previsto en cada capa de almacenamiento de información o sin ser afectada por el estado de escritura en la zona de prueba de escritura de ninguna otra capa de almacenamiento de información o al menos con dicha influencia minimizada. Como resultado, la potencia de grabación puede ser determinada adecuadamente para cada capa de almacenamiento de información.

Lo que es más, en una situación donde la zona de prueba de escritura de cada capa de almacenamiento de información se usa en la dirección opuesta al haz láser que ahora explora la capa de almacenamiento de información, aunque se destruyese alguna parte de la zona de prueba de escritura con potencia de irradiación intensa, el resto de la zona de prueba de escritura todavía podría ser usado apropiadamente. Además, la potencia de grabación también puede ser determinada adecuadamente para cada capa de almacenamiento de información sin ser afectada por ninguna otra capa.

A continuación se describe otra disposición de las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 con referencia a la figura 2.

En términos generales, cuando la capa de almacenamiento de información L0 tenga que ser irradiada con un haz láser, el haz láser deberá pasar a través de las capas de almacenamiento de información L1 y L2. Y para irradiar la capa de almacenamiento de información L1 con un haz láser, el haz láser también deberá pasar a través de la capa de almacenamiento de información L2. Por esa razón, la capa de almacenamiento de información L2 tiene que tener la transmitancia más alta con respecto a un haz láser, y las transmitancias de las otras capas de almacenamiento de información L1 y L0 disminuirán en este orden.

Para diseñar eficientemente capas de almacenamiento de información, si ya se ha desarrollado un disco óptico con dos capas de almacenamiento de información, se prefiere que las dos capas de almacenamiento de información disponibles sean usadas como las capas de almacenamiento de información L0 y L1 y que solamente una capa de almacenamiento de información con alta transmitancia se desarrolle de nuevo como la capa de almacenamiento de información L2.

Sin embargo, la capa de almacenamiento de información L2 deberá tener alta transmitancia, y por lo tanto, se puede diseñar de forma mucho menos flexible. Como resultado, el rendimiento de escritura de la capa de almacenamiento de información L2 se deteriorará más fácilmente debido a una ligera variación en una condición de escritura tal como

la potencia de grabación en comparación con las capas de almacenamiento de información L0 y L1. La misma declaración se aplica también a las capas de almacenamiento de información L1 y L0. Es decir, en general, cuanto más alta es la transmitancia de una capa de almacenamiento de información dada, menos flexiblemente se puede diseñar dicha capa y más fácilmente se deteriorará su rendimiento de escritura debido incluso a una ligera variación en una condición de escritura, tal como la potencia de grabación.

Por ejemplo, si la capa de almacenamiento de información L2 es irradiada con un haz láser, parte del haz láser se transmite a través de la capa de almacenamiento de información L2 y luego es reflejada por la capa de almacenamiento de información L1 hacia la capa de almacenamiento de información L2. En ese caso, si la zona de prueba de escritura T1 de la capa de almacenamiento de información L1 se destruyese o deteriorase, la reflectancia de la zona de prueba de escritura T1 variaría de forma significativa. Por lo tanto, la intensidad del haz láser variaría debido a la luz reflejada por la zona de prueba de escritura T1 hacia la capa de almacenamiento de información L2 y la luz parásita. Por esa razón, si las zonas de prueba de escritura T1 y T2 estuviesen dispuestas una cerca de otra, entonces la variación de la intensidad del haz láser reflejado de la zona de prueba de escritura T1 hacia la capa de almacenamiento de información L2 se superpondría como ruido en el haz láser reflejado de la zona de prueba de escritura T1. Como resultado, no se podría realizar apropiadamente una operación de prueba de escritura en la zona de prueba de escritura T2 y la potencia de grabación no se podría determinar adecuadamente para la capa de almacenamiento de información L2.

En vista de esta consideración, en el disco óptico 101 de esta realización, el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura de dos capas de almacenamiento de información adyacentes que están situadas más próximas a la superficie de incidencia del haz láser es preferiblemente más ancho que el intervalo entre las dos capas de almacenamiento de información adyacentes que están situadas más distantes de la superficie de incidencia del haz láser. Específicamente, el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T2 y T1 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L2 y L1 (es decir, el intervalo entre T2a y T1b) que están situadas más próximas a la superficie en la que incide el haz láser 200 es preferiblemente más ancho que el intervalo entre las zonas de prueba de escritura T1 y T0 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L1 y L0 (es decir, el intervalo entre T0a y T1b) que están situadas más distantes de la superficie de incidencia del haz láser.

Específicamente, si las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 se cuentan desde la que está situada más distante de la superficie en la que incide el haz láser 200, la diferencia de posición radial (T2a-T1b) entre el extremo periférico exterior T1b de la zona interior T1 de las zonas de prueba de escritura T1 y T2 de las capas de almacenamiento de información segunda y tercera más distantes L1 y L2 y el extremo periférico interior T2a de la otra zona de prueba de escritura exterior T2 es preferiblemente más grande que la diferencia de posición radial (T0a-T1b) entre el extremo periférico exterior T1b de la zona interior T1 de las zonas de prueba de escritura T0 y T1 de las capas de almacenamiento de información más distante y segunda más distante L0 y L1 y el extremo periférico interior T0a de la otra zona de prueba de escritura exterior T0.

Según dicha disposición de las zonas de prueba de escritura, se deja un intervalo más ancho entre un par de capas de almacenamiento de información que serían afectadas de forma más significativa por la luz reflejada de una capa de almacenamiento de información adyacente, reduciendo así la influencia de la luz reflejada de una capa de almacenamiento de información adyacente. Como resultado, se puede realizar apropiadamente una operación de prueba de escritura en la zona de prueba de escritura de cada capa de almacenamiento de información y la potencia de grabación puede ser determinada adecuadamente para la capa de almacenamiento de información. Además, se deja un intervalo más estrecho entre un par de capas de almacenamiento de información que serían afectadas de forma menos significativa por la luz reflejada de una capa de almacenamiento de información adyacente. Entonces, el intervalo entre las capas de almacenamiento de información no será innecesariamente ancho y las zonas de entrada pueden ser usadas más efectivamente. Además, como no hay necesidad de expandir la zona de entrada, también se puede asegurar una zona de datos suficientemente ancha.

Opcionalmente, en una situación donde el intervalo entre las zonas de prueba de escritura de cada par de capas de almacenamiento de información adyacentes se define como se ha descrito anteriormente, las zonas de prueba de escritura T0 y T1 de las capas de almacenamiento de información L0 y L1 se pueden disponer en las mismas posiciones que las contrapartidas de las dos capas de almacenamiento de información de un disco óptico de doble capa convencional. En ese caso, incluso una unidad de disco óptico convencional también puede realizar una operación de prueba de escritura en las zonas de prueba de escritura T0 y T1 del disco óptico 101 de esta realización haciendo solamente un cambio relativamente simple en la secuencia.

Tal disposición de las zonas de prueba de escritura puede ser usada efectivamente en un disco óptico de escritura única en el que se puede escribir datos de usuario solamente una vez. Sin embargo, aunque se adopte dicha disposición de zonas de prueba de escritura para un disco óptico reescribible con al menos tres capas de almacenamiento de información, en las que se pueda escribir datos ópticamente, la potencia de grabación también puede ser determinada adecuadamente para cada capa de almacenamiento de información sin quedar afectada por ninguna capa de almacenamiento de información adyacente.

Específicamente, con respecto a un disco óptico reescribible, las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 de las

capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 se pueden disponer como se representa en las figuras 5(a) y 5(b).

La disposición de las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 en el disco óptico 102 representado en la figura 5(a) es la misma que la representada en la figura 2. Sin embargo, con respecto a un disco óptico reescribible, las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 pueden ser usadas en cualquier dirección. Esto es porque, en un disco óptico reescribible, la transmitancia de la zona de prueba de escritura T0 puede no haber cambiado si se borran las marcas de grabación que quedan al realizar una operación de prueba de escritura. Además, en un disco óptico reescribible, a cualesquiera zonas secundarias arbitrarias de las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 se puede acceder aleatoriamente.

Alternativamente, en un disco óptico reescribible, las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 también se pueden disponer como en el disco óptico 102' representado en la figura 5(b). En ese caso, la zona de prueba de escritura T2 de la capa de almacenamiento de información L2 está dispuesta más próxima al borde interior del disco, mientras que la zona de prueba de escritura T1 de la capa de almacenamiento de información L1 está dispuesta más próxima a su borde exterior. Y la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 está dispuesta más próxima al borde exterior que la zona de prueba de escritura T2 de la capa de almacenamiento de información L2, pero más próxima al borde interior que la zona de prueba de escritura T1 de la capa de almacenamiento de información L1.

Específicamente, si las capas de almacenamiento de información se cuentan desde la que está situada más distante de la superficie en la que incide el haz láser 200, la diferencia de posición radial (T1a-T2b) entre el extremo periférico exterior T2b de la zona interior T2 de las zonas de prueba de escritura T1 y T2 de las capas de almacenamiento de información segunda y tercera más distantes L1 y L2 y el extremo periférico interior T1a de la otra zona de prueba de escritura exterior T1 es preferiblemente mayor que la diferencia de posición radial (T1a-T0b) entre el extremo periférico exterior T0b de la zona interior T0 de las zonas de prueba de escritura T0 y T1 de las capas de almacenamiento de información más distante y segunda más distante L0 y L1 y el extremo periférico interior T1a de su zona de prueba de escritura exterior T1.

En la realización descrita anteriormente, las tres zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 están dispuestas en posiciones radiales mutuamente diferentes para no solapar una con otra. Sin embargo, si la luz reflejada de la capa de almacenamiento de información L1 afecta un poco a la capa de almacenamiento de información L2 y si la luz transmitida a través de la capa de almacenamiento de información L2 afecta un poco a la capa de almacenamiento de información L1, entonces el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T0 y T2 de las capas de almacenamiento de información L0 y L2 en el disco óptico 103 representado en la figura 6 puede ser más estrecho que en la disposición de las zonas de prueba de escritura representadas en la figura 2.

Específicamente, la figura 6 ilustra una disposición de zonas de prueba de escritura en una situación donde está el intervalo radial más estrecho (es decir, cero) entre las zonas de prueba de escritura T0 y T2. Así, los extremos periféricos interior y exterior T2a y T2b de la zona de prueba de escritura T2 están perfectamente alineados con los extremos periféricos interior y exterior T0a y T0b de la zona de prueba de escritura T0, y las zonas de prueba de escritura T2 y T0 se solapan totalmente una con otra. Sin embargo, la zona de prueba de escritura T2 también se puede solapar sólo parcialmente con la zona de prueba de escritura T0.

Es decir, la zona de prueba de escritura de la capa de almacenamiento de información que está situada más próxima a la superficie en la que incide el haz láser 200 se puede disponer cerca de la de la capa de almacenamiento de información que está situada más distante de la superficie de incidencia del haz láser. Específicamente, si las tres capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 se cuentan desde la que está situada más distante de la superficie en la que incide el haz láser 200, la diferencia de posición radial entre el extremo periférico interior T1a de la zona interior T1 de las zonas de prueba de escritura T0 y T1 de las capas de almacenamiento de información más distante y segunda más distante L0 y L1 y el extremo periférico exterior T0b de la otra zona de prueba de escritura exterior T0 es preferiblemente mayor que la diferencia de posición radial entre el extremo periférico interior T0a de la zona interior T0 de las zonas de prueba de escritura T0 y T2 de las capas de almacenamiento de información más distante y tercera más distante L0 y L2 y el extremo periférico exterior T2b de la otra zona de prueba de escritura exterior T2.

La figura 7 es una representación esquemática que ilustra cómo una zona deteriorada en la capa de almacenamiento de información L2 afectaría a las otras capas de almacenamiento de información L0 y L1. Supóngase que las zonas secundarias incluidas en la zona de prueba de escritura T2 de la capa de almacenamiento de información L2 han sido destruidas debido a potencia de irradiación intensa formando zonas deterioradas 130 y 131. Aunque las zonas deterioradas 130 y 131 tengan el mismo tamaño, la relación de la zona deteriorada 131 al punto del haz láser 200' que queda en la capa de almacenamiento de información L2 antes de ser enfocado en la capa de almacenamiento de información L0 es menor que la de la zona deteriorada 130 al punto del haz láser 200 que queda en la capa de almacenamiento de información L2 antes de ser enfocado en la capa de almacenamiento de información L1. Por esa razón, si las zonas secundarias incluidas en la zona de prueba de escritura T2 han sido destruidas, la capa de almacenamiento de información L0 quedará afectada en menor grado que la capa de

almacenamiento de información L1. Por esa razón, el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T0 y T2 de las capas de almacenamiento de información L0 y L2 puede ser tan estrecho como en la disposición de las zonas de prueba de escritura representadas en la figura 6. Como resultado, con la influencia de otra capa de almacenamiento de información en la zona de prueba de escritura minimizada, se puede realizar apropiadamente una operación de prueba de escritura en cada zona de prueba de escritura y la potencia de grabación puede ser determinada adecuadamente para cada capa de almacenamiento de información. Además, la zona de entrada se puede reducir y se puede asegurar una zona de datos suficientemente ancha.

En la realización representada en la figura 2, el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T1 y T2 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L1 y L2 (es decir, el intervalo entre T2a y T1b) que están situadas más próximas a la superficie en la que incide el haz láser 200 se define de modo que sea más ancho que el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T0 y T1 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L0 y L1 (es decir, el intervalo entre T0a y T1b) que están situadas más distantes de la superficie de incidencia del haz láser. Sin embargo, si hay un intervalo más estrecho en la dirección del grosor entre las capas de almacenamiento de información L0 y L1 que entre las capas de almacenamiento de información L1 y L2 (es decir, si la capa de separación 111 es menos gruesa que la capa de separación 112 como se representa en la figura 1), entonces la influencia sería más significativa entre las capas de almacenamiento de información L0 y L1 que entre las capas de almacenamiento de información L1 y L2. En ese caso, el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T1 y T2 de las capas de almacenamiento de información L1 y L2 que están situadas más próximas a la superficie incidente puede ser más estrecho que el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T0 y T1 de las capas de almacenamiento de información L0 y L1 que están situadas más distantes de la superficie de incidencia como en el disco óptico 104 representado en la figura 8.

En particular, si el intervalo radial (o intersticio) entre las zonas de prueba de escritura T1 y T2 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L1 y L2 que están situadas más próximas a la superficie de incidencia del haz láser se reduce a un límite para hacer las zonas de entrada lo más pequeñas posible, entonces el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T0 y T1 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L0 y L1 que están situadas más distantes de la superficie de incidencia del haz láser es preferiblemente más grande que el intervalo radial (intersticio) entre las zonas de prueba de escritura T1 y T2 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L1 y L2 que están situadas más próximas a la superficie de incidencia del haz láser como en esta realización. Entonces, la potencia de grabación puede ser determinada adecuadamente reduciéndose la influencia de la luz reflejada de la capa de almacenamiento de información L1.

En la realización comparativa descrita anteriormente, se supone que el disco óptico 101 tiene tres capas de almacenamiento de información. Sin embargo, la presente descripción también es aplicable a un disco óptico con cuatro o más capas de almacenamiento de información. En ese caso, entre las cuatro o más capas de almacenamiento de información L0, L1, L2, etc, la capa de almacenamiento de información que está situada más distante de la superficie de incidencia del haz láser es preferiblemente la capa L0, la capa de almacenamiento de información adyacente a la capa L0 es la capa L1, etc.

(Realización 2)

A continuación, una realización preferida de un medio de almacenamiento de información según la presente invención se describirá con referencia a los dibujos acompañantes. El medio de almacenamiento de información de esta realización preferida también es de un tipo de escritura única o de un tipo reescribible. El disco óptico de la realización preferida incluye además una capa adicional de almacenamiento de información L3, es decir, tiene cuatro capas de almacenamiento de información en general, a diferencia del disco óptico 101 de la primera realización comparativa descrita anteriormente. Es decir, en la estructura del disco óptico 101 representado en la figura 1, la capa de almacenamiento de información L3 se ha añadido entre la capa de almacenamiento de información L2 y la capa de cubierta 113 y se ha insertado otra capa de separación entre las capas de almacenamiento de información L3 y L2.

La figura 9 es una vista esquemática en sección transversal de un disco óptico 105 como una realización preferida de la presente invención. No se representan capas de separación como en la figura 2. Como se representa en la figura 9, una zona de entrada R3 está dispuesta en una porción interior de la capa de almacenamiento de información L3 que se ha añadido a la estructura del disco óptico 101 y hay una zona de prueba de escritura T3 en la zona de entrada R3.

Como se representa en la figura 9, las zonas de prueba de escritura T0, T1, T2, T3 están situadas en las zonas de entrada R0, R1, R2 y R3 de las capas de almacenamiento de información L0, L1, L2 y L3, respectivamente. Estas zonas de prueba de escritura T0, T1, T2 y T3 están dispuestas en posiciones radiales mutuamente diferentes para no solapar una con otra de ninguna forma en la dirección en la que estas capas de almacenamiento de información L0, L1, L2 y L3 están apiladas una sobre otra (es decir, según se ve en la dirección en la que viene el haz láser 200).

Más específicamente, en el disco óptico 105, el extremo periférico interior T1a de la zona de prueba de escritura T1 de la segunda capa interior de almacenamiento de información L1 está situado más próximo al borde exterior del

disco que el extremo periférico exterior T3b de la zona de prueba de escritura T3 de la capa interior de almacenamiento de información L3, y se deja un intervalo (o un intersticio) entre ellos de modo que las zonas de prueba de escritura no se solapen una con otra. Este intervalo tiene una distancia que se define por la diferencia entre las posiciones radiales respectivas del extremo periférico interior T1a y el extremo periférico exterior T3b.

Igualmente, el extremo periférico interior T0a de la zona de prueba de escritura T0 de la tercera capa interior de almacenamiento de información L0 está situado más próximo al borde exterior del disco que el extremo periférico exterior T1b de la zona de prueba de escritura T1 de la segunda capa interior de almacenamiento de información L1, y un intervalo que se deja entre las posiciones del extremo periférico interior T0a y el extremo periférico exterior T1b.

Además, el extremo periférico interior T2a de la zona de prueba de escritura T2 de la capa exterior de almacenamiento de información L2 está situado más próximo al borde exterior del disco que el extremo periférico exterior T0b de la zona de prueba de escritura T0 de la tercera capa interior de almacenamiento de información L0, y se deja un intervalo que se define por la diferencia entre las posiciones radiales respectivas del extremo periférico interior T2a y el extremo periférico exterior T0b entre ellos.

Si las cuatro capas de almacenamiento de información L0, L1, L2 y L3 se cuentan desde la que está situada más distante de la superficie en la que incide el haz láser 200, la zona de prueba de escritura T2 de la tercera capa de almacenamiento de información más distante L2 está situada más próxima al borde exterior del disco que la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información más distante L0. Y la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 está situada más próxima a dicho borde exterior que la zona de prueba de escritura T1 de la segunda capa de almacenamiento de información más distante L1.

Además, la zona de prueba de escritura T2 de la capa de almacenamiento de información L2 está situada más próxima al borde exterior del disco que la zona de prueba de escritura de la capa de almacenamiento de información L1. Y la zona de prueba de escritura T1 de la capa de almacenamiento de información L1 está situada más próxima a dicho borde exterior que la zona de prueba de escritura T3 de la cuarta capa de almacenamiento de información más distante L3.

Además, la zona de prueba de escritura T2 de la tercera capa de almacenamiento de información más distante L2 está situada más próxima al borde exterior del disco que la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0. Y la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 está situada más próxima a dicho borde exterior que la zona de prueba de escritura T3 de la capa de almacenamiento de información L3.

Como en la primera realización comparativa descrita anteriormente, según la disposición de las zonas de prueba de escritura de esta realización preferida representada en la figura 9, las zonas de prueba de escritura T0, T1, T2 y T3 están dispuestas en posiciones radiales mutuamente diferentes, y no se solapan una con otra de ninguna forma en la dirección en que las capas de almacenamiento de información están apiladas una sobre otra. Por esa razón, aunque se destruyese la zona de prueba de escritura T1 de la capa de almacenamiento de información L1, el haz láser todavía podría llegar a la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 sin (o al menos casi sin) quedar afectado por la zona de prueba de escritura T1 destruida. En consecuencia, se podría realizar una operación de prueba de escritura según lo previsto en la zona de prueba de escritura T0 de la capa de almacenamiento de información L0 y la potencia de grabación todavía se podría determinar adecuadamente para la capa de almacenamiento de información L0. Igualmente, aunque se destruyese la zona de prueba de escritura T2 o T3 de la capa de almacenamiento de información L2 o L3, las potencias de grabación todavía se podrían determinar adecuadamente para las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2.

Además, por la misma razón, aunque se variase la transmitancia del haz láser que pasa a través de alguna de las zonas de prueba de escritura T0, T1, T2 y T3, el haz láser todavía podría llegar a la zona de prueba de escritura T0, T1, T2, T3 de cada capa de almacenamiento de información L0, L1, L2, L3. En consecuencia, se podría realizar una operación de prueba de escritura según lo previsto en la zona de prueba de escritura T0, T1, T2, T3 de cada capa de almacenamiento de información L0, L1, L2, L3 y la potencia de grabación todavía se podría determinar adecuadamente para cada capa de almacenamiento de información L0, L1, L2, L3.

A continuación, se describirá en qué direcciones se usan las zonas de prueba de escritura T0, T1, T2 y T3. Como indican las flechas en la figura 9, las pistas están dispuestas en las capas de almacenamiento de información L0 y L2 de modo que el haz láser explore las capas de almacenamiento de información L0 y L2 hacia fuera (es decir, desde alguna posición radial interior en el disco hacia su borde exterior). Por otra parte, en las capas de almacenamiento de información L1 y L3, las pistas están dispuestas de modo que el haz láser explore las capas de almacenamiento de información L1 y L3 hacia dentro (es decir, desde alguna posición radial exterior en el disco hacia su borde interior). Así, como en la primera realización comparativa descrita anteriormente, se puede leer o escribir información sin hacer que el punto de haz láser salte hacia la posición interior o exterior en el disco óptico 105 cada vez que haya que cambiar las capas deseadas a la capa de almacenamiento de información siguiente.

Mientras tanto, como en la primera realización comparativa descrita anteriormente, las zonas de prueba de escritura

T0, T1, T2 y T3 se usan preferiblemente en direcciones opuestas a aquellas en las que el punto de haz láser va en las respectivas capas de almacenamiento de información. Así, como ya se ha descrito con respecto a la primera realización preferida, aunque se destruyese alguna zona secundaria de la zona de prueba de escritura con potencia de irradiación demasiado intensa durante una operación de prueba de escritura haciendo difícil que el punto del haz de luz siga la pista allí, la zona donde se deberá realizar la operación de prueba de escritura todavía se podría alcanzar sin pasar por la zona secundaria destruida porque la zona de prueba de escritura se usa en la dirección opuesta al avance del punto del haz de luz. Además, cuando la operación de prueba de escritura ha sido realizada un número relativamente pequeño de veces, la potencia de grabación puede ser determinada adecuadamente, reduciéndose más la influencia de las otras capas.

En la realización preferida descrita anteriormente, el disco óptico 105 tiene cuatro capas de almacenamiento de información. Sin embargo, la presente descripción también se puede usar efectivamente incluso en un disco óptico con más de cuatro capas de almacenamiento de información. En ese caso, si hay n capas de almacenamiento de información (donde n es un entero igual o mayor que tres) y si las n capas de almacenamiento de información se cuentan desde la que está situada más distante de la superficie de incidencia del haz láser, una i-ésima capa de almacenamiento de información (donde i es un número par que cumple $2 \% i \% n$) es explorada con el haz láser hacia el borde interior del disco, pero las zonas secundarias de su zona de prueba de escritura se usan hacia el borde exterior del disco. Por otra parte, una (i-1)-ésima capa de almacenamiento de información es explorada con el haz láser hacia el borde exterior del disco, pero las zonas secundarias de su zona de prueba de escritura se usan hacia el borde interior del disco.

Como se ha descrito anteriormente, un disco óptico según esta realización preferida tiene cuatro o más capas de almacenamiento de información, cada una de las cuales tiene una zona de prueba de escritura. Por esa razón, aunque las capas de almacenamiento de información que están apiladas una sobre otra sean irradiadas con un haz láser a intensidades mutuamente diferentes o en entornos térmicos respectivamente diferentes, todavía se puede realizar una operación de prueba de escritura en la capa de almacenamiento de información deseada, en la que se va a realizar una operación de escritura, usando su zona de prueba de escritura bajo el entorno operativo de dicha capa. En consecuencia, se puede determinar la mejor potencia de grabación para cada una de las capas de almacenamiento de información.

Además, las capas de almacenamiento de información están dispuestas en posiciones radiales mutuamente diferentes para no solapar una con otra en la dirección de apilamiento. Por esa razón, la operación de prueba de escritura se puede realizar según lo previsto en cada capa de almacenamiento de información sin quedar afectada por el estado de escritura en la zona de prueba de escritura de cualquier otra capa de almacenamiento de información o al menos con dicha influencia minimizada. Como resultado, la potencia de grabación se puede determinar adecuadamente para cada capa de almacenamiento de información.

Lo que es más, en una situación donde la zona de prueba de escritura de cada capa de almacenamiento de información se usa en la dirección opuesta al haz láser que entonces está explorando la capa de almacenamiento de información, aunque se destruyese alguna parte de la zona de prueba de escritura con potencia de irradiación intensa, el resto de la zona de prueba de escritura todavía podría ser usado apropiadamente. Además, la potencia de grabación también se puede determinar adecuadamente para cada capa de almacenamiento de información sin quedar afectada por alguna otra capa.

Como en la primera realización comparativa descrita anteriormente, hay una disposición más preferida de las zonas de prueba de escritura T0, T1, T2 y T3. A continuación, dicha disposición se describirá con referencia a la figura 9.

En términos generales, cuando la capa de almacenamiento de información L0 tiene que ser irradiada con un haz láser, el haz láser deberá pasar a través de las capas de almacenamiento de información L1, L2 y L3. Y para irradiar la capa de almacenamiento de información L2 con un haz láser, el haz láser deberá pasar también a través de la capa de almacenamiento de información L3. Por esa razón, la capa de almacenamiento de información L3 tiene que tener la transmitancia más alta con respecto a un haz láser, y las transmitancias de las otras capas de almacenamiento de información L2, L1 y L0 disminuirán en este orden.

Para diseñar capas de almacenamiento de información eficientemente, si un disco óptico con tres capas de almacenamiento de información ya ha sido desarrollado, se prefiere usar las tres capas de almacenamiento de información disponibles como las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 y que solamente las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2 y que solamente una capa de almacenamiento de información con alta transmitancia se desarrolle de nuevo como la capa de almacenamiento de información L3.

Sin embargo, la capa de almacenamiento de información L3 deberá tener alta transmitancia, y por lo tanto, se puede diseñar de forma mucho menos flexible. Como resultado, el rendimiento de escritura de la capa de almacenamiento de información L3 se deteriorará más fácilmente debido a una ligera variación en una condición de escritura tal como la potencia de grabación en comparación con las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2. La misma declaración se aplica también entre las capas de almacenamiento de información L2 y L1 y entre las capas de almacenamiento de información L1 y L0. Es decir, en general, cuanto más alta sea la transmitancia de una capa de

almacenamiento de información dada, menos flexiblemente se puede diseñar dicha capa y más fácilmente se deteriorará su rendimiento de escritura debido incluso a una ligera variación en una condición de escritura tal como la potencia de grabación.

5 Por ejemplo, si la capa de almacenamiento de información L3 es irradiada con un haz láser, parte del haz láser es transmitida a través de la capa de almacenamiento de información L3 y luego reflejada desde la capa de almacenamiento de información L2 hacia la capa de almacenamiento de información L3. En ese caso, si la zona de prueba de escritura T2 de la capa de almacenamiento de información L2 se destruyese o deteriorase, la reflectancia de la zona de prueba de escritura T2 variaría de forma significativa. Por lo tanto, la intensidad del haz láser variaría debido a la luz reflejada desde la zona de prueba de escritura T2 hacia la capa de almacenamiento de información L3 y la luz parásita. Por esa razón, si las zonas de prueba de escritura T2 y T3 se dispusiesen una cerca de otra, entonces la variación en la intensidad del haz láser reflejado desde la zona de prueba de escritura T2 hacia la capa de almacenamiento de información L3 se superpondría como ruido en el haz láser reflejado desde la zona de prueba de escritura T2. Como resultado, no se podría realizar apropiadamente una operación de prueba de escritura en la zona de prueba de escritura T3 y la potencia de grabación no se podría determinar adecuadamente para la capa de almacenamiento de información L3.

En vista de esta consideración, en el disco óptico 105 de esta realización preferida, el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura de dos capas de almacenamiento de información adyacentes que están situadas más próximas a la superficie de incidencia del haz láser son capas de almacenamiento de información que están situadas más distantes de la superficie de incidencia del haz láser. Específicamente, el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T2 y T1 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L2 y L1 (es decir, el intervalo entre T2a y T1b) que están situadas más próximas a la superficie en la que incide el haz láser 200 es preferiblemente más ancho que el intervalo entre las zonas de prueba de escritura T1 y T0 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L1 y L0 (es decir, el intervalo entre T0a y T1b) que están situadas más distantes de la superficie de incidencia del haz láser.

Además, el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T3 y T2 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L3 y L2 (es decir, el intervalo entre T2a y T3b) que están situadas más próximas a la superficie en que incide el haz láser 200 es preferiblemente más ancho que el intervalo entre las zonas de prueba de escritura T1 y T0 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L1 y L0 (es decir, el intervalo entre T0a y T1b) que están situadas más distantes de la superficie de incidencia del haz láser o el intervalo entre las zonas de prueba de escritura T2 y T1 de dos capas de almacenamiento de información adyacentes L2 y L1 (es decir, el intervalo entre capas de almacenamiento de información L2 y L1 (es decir, el intervalo entre T2a y T1b).

Específicamente, si las capas de almacenamiento de información L0, L1, L2 y L3 se cuentan desde la que está situada más distante de la superficie del disco en la que incide el haz láser 200, la diferencia de posición radial entre el extremo periférico exterior de la zona interior de las zonas de prueba de escritura de las i -ésima y $(i+1)$ -ésima capas de almacenamiento de información (donde i es un entero que cumple $2 \% i \% 3$) y el extremo periférico interior de la otra zona de prueba de escritura exterior es preferiblemente más ancha que la diferencia de posición radial entre el extremo periférico exterior de la zona interior de las zonas de prueba de escritura de la j -ésima y $(j+1)$ -ésima capas de almacenamiento de información (donde j es un entero que cumple $1 \% j \% i-1$) y el extremo periférico interior de la otra zona de prueba de escritura exterior.

En la realización preferida descrita anteriormente, el disco óptico 105 tiene cuatro capas de almacenamiento de información. Sin embargo, la presente invención también se puede usar efectivamente en un disco óptico con más de cuatro capas de almacenamiento de información. En ese caso, las relaciones descritas anteriormente se incluyen en el disco óptico y es un entero que es igual o mayor que tres y si i es un entero que cumple $2 \% i \% n-1$.

Según dicha disposición de zonas de prueba de escritura, se deja un intervalo más ancho entre un par de capas de almacenamiento de información que quedaría afectado más de forma significativa por la luz reflejada de una capa de almacenamiento de información adyacente, reduciendo así la influencia de la luz reflejada de una capa de almacenamiento de información adyacente. Como resultado, se puede realizar apropiadamente una operación de prueba de escritura en la zona de prueba de escritura de cada capa de almacenamiento de información y la potencia de grabación puede ser determinada adecuadamente para la capa de almacenamiento de información. Además, se deja un intervalo más estrecho entre un par de capas de almacenamiento de información que serían afectadas de forma menos significativa por la luz reflejada de una capa de almacenamiento de información adyacente. Entonces, el intervalo entre las capas de almacenamiento de información no será innecesariamente ancho y las zonas de entrada pueden ser usadas más efectivamente. Además, como no hay necesidad de expandir la zona de entrada, también se puede asegurar una zona de datos suficientemente ancha.

Opcionalmente, en una situación donde el intervalo entre las zonas de prueba de escritura de cada par de capas de almacenamiento de información adyacentes se define como se ha descrito anteriormente, las zonas de prueba de escritura T0 y T1 de las capas de almacenamiento de información L0 y L1 se pueden disponer en las mismas posiciones que las contrapartidas de las dos capas de almacenamiento de información de un disco óptico de doble capa convencional. En ese caso, incluso una unidad de disco óptico convencional también puede realizar una

operación de prueba de escritura en las zonas de prueba de escritura T0 y T1 del disco óptico 101 de esta realización preferida haciendo solamente un cambio relativamente simple en la secuencia.

En la realización preferida descrita anteriormente, las cuatro zonas de prueba de escritura T0, T1, T2 y T3 están dispuestas en posiciones radiales mutuamente diferentes para no solapar una con otra. Sin embargo, como ya se ha descrito con referencia a la figura 7, si la luz reflejada de la capa de almacenamiento de información L2 afecta un poco a la capa de almacenamiento de información L3, si la luz transmitida a través de la capa de almacenamiento de información L3 afecta un poco a la capa de almacenamiento de información L2 o L1, y si la luz transmitida a través de la capa de almacenamiento de información si la luz transmitida a través de la capa de almacenamiento de información L2 afecta un poco a la capa de almacenamiento de información L0, entonces el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T0 y T2 de las capas de almacenamiento de información L0 y L2 y el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T1 y T3 de las capas de almacenamiento de información L1 y L3 en el disco óptico 106 representado en la figura 10 puede ser más corto que en la disposición de las zonas de prueba de escritura representadas en la figura 9. La disposición de la figura 10 no forma parte de la invención.

Específicamente, la figura 10 ilustra una disposición de zonas de prueba de escritura en una situación donde hay un intervalo radial cero entre las zonas de prueba de escritura T0 y T2 y entre las zonas de prueba de escritura T1 y T3. Así, los extremos periféricos interior y exterior T2a y T2b de la zona de prueba de escritura T2 están perfectamente alineados con los extremos periféricos interior y exterior T0a y T0b de la zona de prueba de escritura T0, y las zonas de prueba de escritura T2 y T0 se solapan totalmente una con otra. Además, los extremos periféricos interior y exterior T3a y T3b de la zona de prueba de escritura T3 están perfectamente alineados con los extremos periféricos interior y exterior T1a y T1b de la zona de prueba de escritura T1, y las zonas de prueba de escritura T3 y T1 se solapan totalmente una con otra. La zona de escritura T0 sólo parcialmente y la zona de prueba de escritura T3 también se pueden solapar con la zona de prueba de escritura T1 sólo parcialmente.

Es decir, la zona de prueba de escritura de la capa de almacenamiento de información que está situada más próxima a la superficie en la que incide el haz láser 200 se puede disponer cerca de la de la capa de almacenamiento de información que está situada más distante de la superficie de incidencia del haz láser. Específicamente, si las cuatro capas de almacenamiento de información L0, L1, L2 y L3 se cuentan desde la que está situada más distante de la superficie en la que incide el haz láser 200, la diferencia de posición radial entre el extremo periférico interior de la zona interior de las zonas de prueba de escritura de la k-ésima y (k+1)-ésima capas de almacenamiento de información (donde k es un entero que cumple $1 \leq k \leq 2$) y el extremo periférico exterior de la otra zona exterior de prueba de escritura puede ser más grande que la diferencia de posición radial entre el extremo periférico interior de la zona interior de las zonas de prueba de escritura de la k-ésima y (k+2)-ésima capas de almacenamiento de información y el extremo periférico exterior de la otra zona de prueba de escritura exterior.

Además, la diferencia de posición radial entre el extremo periférico interior T1a de la zona interior T1 de las zonas de prueba de escritura T1 y T2 de las capas de almacenamiento de información L1 y L2 y el extremo periférico exterior T2b de la otra zona de prueba de escritura exterior T2 puede ser más grande que la diferencia de posición radial entre el extremo periférico interior T3a de la zona interior T3 de las zonas de prueba de escritura T1 y T3 de las capas de almacenamiento de información L1 y L3 y el extremo periférico exterior T1b de la otra zona de prueba de escritura exterior T1.

En la realización preferida descrita anteriormente, se supone que el disco óptico 105 tiene cuatro capas de almacenamiento de información. Sin embargo, la presente invención también se puede usar efectivamente en un disco óptico con más de cuatro capas de almacenamiento de información. En ese caso, la anterior relación antes descrita se cumple si n es el número de capas de almacenamiento de información incluidas en el disco óptico y es un entero igual o mayor que tres y si k es un entero que cumple $1 \leq k \leq n-2$.

Por otra parte, según la última relación, la diferencia de posición radial entre el extremo periférico interior de la zona interior de las zonas de prueba de escritura de la k'-ésima y la (k'+1)-ésima capas de almacenamiento de información (donde k' es un entero que cumple $1 \leq k' \leq n-3$) y el extremo periférico exterior de la otra zona de prueba de escritura exterior es preferiblemente mayor que la diferencia de posición radial entre el extremo periférico interior de la zona interior de las zonas de prueba de escritura de la (k'+1)-ésima y la (k'+3)-ésima capas de almacenamiento de información y el extremo periférico exterior de la otra zona de prueba de escritura exterior.

Como resultado, con la influencia de otra capa de almacenamiento de información en la zona de prueba de escritura minimizada, se puede realizar apropiadamente una operación de prueba de escritura en cada zona de prueba de escritura y la potencia de grabación puede ser determinada adecuadamente para cada capa de almacenamiento de información. Además, la zona de entrada se puede reducir y se puede asegurar una zona de datos suficientemente ancha.

Opcionalmente, si la luz transmitida a través de la capa de almacenamiento de información L3 afecta un poco a la capa de almacenamiento de información L1, entonces el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T1 y T3 de las capas de almacenamiento de información L1 y L3 se puede reducir como en el disco óptico 107 representado en la figura 11. Aunque en la figura 11 se ilustra un ejemplo en el que no hay intervalo radial entre las

zonas de prueba de escritura T1 y T3, la zona de prueba de escritura T3 también se puede disponer de manera que se solape parcialmente con la zona de prueba de escritura T1. Entonces, la zona de entrada también se puede reducir y se puede asegurar una zona de datos suficientemente ancha. La disposición representada en esta figura no cae dentro del alcance de la invención reivindicada.

5 Además, si la luz transmitida a través de la capa de almacenamiento de información L3 afecta un poco a la capa de almacenamiento de información L0 o L2 y si la luz reflejada de la capa de almacenamiento de información L2 afecta un poco a la capa de almacenamiento de información L3, entonces el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T0 y T3 de las capas de almacenamiento de información L0 y L3 y el intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T3 y T2 se puede reducir como en el disco óptico 108 representado en la figura 12. Aunque en la figura 12 se ilustra un ejemplo en el que no hay intervalo radial entre las zonas de prueba de escritura T0 y T3, la zona de prueba de escritura T3 también se puede disponer de manera que se solape parcialmente con la zona de prueba de escritura T0. Entonces, la zona de entrada también se puede reducir y se puede asegurar una zona de datos suficientemente ancha. La disposición representada en esta figura no cae dentro del alcance de la invención reivindicada.

10 En la primera realización comparativa y en la realización preferida de la invención, el disco óptico descrito tiene tres o cuatro capas de almacenamiento de información. Alternativamente, un disco óptico según la presente invención también puede tener cinco o más capas de almacenamiento de información.

20 **(Realización 3)**

A continuación se describirá realizaciones de un dispositivo de escritura de información, un dispositivo de lectura de información, un método de escritura y un método de lectura según la presente descripción con referencia a los dibujos acompañantes. La figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo de escritura de información 300 como una tercera realización.

25 El dispositivo de escritura de información 300 puede leer y escribir datos e incluye un motor de husillo 302, un cabezal óptico 303, una sección de control de haz de luz 304, una sección servo 305, una sección de binarización de señal de lectura 306, una sección de procesado de señal digital 307, una sección de compensación de escritura 308 y una CPU 309.

30 El disco óptico 301 puede ser lo que ya se ha descrito como la primera realización comparativa o la realización preferida de la presente invención. En esta realización, el disco óptico 101 de la primera realización comparativa se usa como el disco óptico 301. El motor de husillo 302 gira el disco óptico 301 a una velocidad predeterminada. El cabezal óptico 303 irradia el disco óptico 301 con un haz de luz y también convierte el haz de luz que ha sido reflejado del disco óptico 301 a una señal eléctrica y la envía como una señal de lectura. La sección de control de haz de luz 304 controla la potencia de irradiación del haz de luz que ha sido suministrado desde el cabezal óptico 303 según la instrucción dada por la CPU 309.

35 La sección servo 305 controla las posiciones del cabezal óptico 303 y el haz de luz emitido desde el cabezal óptico 303, realiza los controles de enfoque y seguimiento en el haz de luz, y controla la rotación del motor de husillo 302. La sección de binarización de señal leída 306 somete la señal leída generada por el cabezal óptico 303 (de la que la información de datos es una señal de suma y la información acerca de la zona de información de disco y la dirección es una señal diferencial) a amplificación y binarización, generando por ello una señal binarizada. Además, la sección de binarización de señal leída 306 obtiene una señal de reloj generada por un PLL interno (no representado) sincrónicamente con la señal binarizada.

40 La sección de procesado de señal digital 307 somete la señal binarizada a tipos predeterminados de procesado de demodulación y corrección de errores. Al escribir datos, la sección de procesado de señal digital 307 somete los datos a escribir a adición de un código de corrección de errores y un tipo de modulación predeterminado, generando por ello datos modulados. A continuación, la sección de compensación de escritura 308 convierte los datos modulados a datos ópticamente modulados que constan de trenes de pulsos, y regula finamente la anchura de pulso y otros parámetros de los datos ópticamente modulados en base a la señal leída obtenida de la zona de información de datos y los datos que han sido almacenados con anterioridad en la CPU 309, convirtiendo por ello los datos ópticamente modulados en una señal de pulso de escritura que contribuirá a formar hoyuelos efectivamente.

45 La CPU 309 controla todo el dispositivo de escritura de información 300. La unidad host 310 usa un ordenador (no representado), una aplicación (no representada) y un sistema operativo (no representado) para enviar una petición de lectura/escritura a la unidad de disco óptico 300.

50 Cuando se carga el disco óptico 301 en el dispositivo de escritura de información 300, la sección de control de haz de luz 304 y la sección servo 305 ordenan al cabezal óptico 303 que explore la zona de control en la zona de entrada R0 en la capa de almacenamiento de información L0 con potencia de irradiación predeterminada, recuperando por ello información de parámetro de grabación tal como información acerca de la potencia de irradiación a adoptar cuando una operación de escritura se realiza en las capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2.

Al recibir una petición de escritura de la unidad host 310, la sección de control de haz de luz 304 y la sección servo 305 hacen que el cabezal óptico 303 explore la zona de prueba de escritura T0 en la zona de entrada R0 de la capa de almacenamiento de información L0 con potencia de irradiación predeterminada. Mientras tanto, la CPU 309 especifica la potencia de irradiación para realizar la operación de prueba de escritura para la sección de control de haz de luz 304 y obtiene datos de prueba escritos por el cabezal óptico 303 con múltiples potencias de irradiación diferentes y luego leídos, determinando por ello, en base a la tasa de error y la inestabilidad de la señal leída generada, la potencia de grabación a usar cuando se realice una operación de escritura en la zona de datos D0 de la capa de almacenamiento de información L0.

También se realizan las mismas series de operaciones en las capas de almacenamiento de información L1 y L2. Específicamente, la sección de control de haz de luz 304 y la sección servo 305 hacen que el cabezal óptico 303 explore la zona de prueba de escritura T1 en la zona de entrada R1 de la capa de almacenamiento de información L1 con potencia de irradiación predeterminada. Mientras tanto, la CPU 309 especifica la potencia de irradiación para realizar la operación de prueba de escritura para la sección de control de haz de luz 304 y obtiene datos de prueba escritos por el cabezal óptico 303 con múltiples potencias de irradiación diferentes y luego leídos, determinando por ello, en base a la tasa de error y la inestabilidad de la señal leída generada, la potencia de grabación a usar cuando se efectúe una operación de escritura en la zona de datos D1 de la capa de almacenamiento de información L1.

Posteriormente, la sección de control de haz de luz 304 y la sección servo 305 hacen que el cabezal óptico 303 explore la zona de prueba de escritura T2 en la zona de entrada R2 de la capa de almacenamiento de información L2 con potencia de irradiación predeterminada. Mientras tanto, la CPU 309 especifica la potencia de irradiación para realizar la operación de prueba de escritura para la sección de control de haz de luz 304 y obtiene datos de prueba escritos por el cabezal óptico 303 con múltiples potencias de irradiación diferentes y luego leídos, determinando por ello, en base a la tasa de error y la inestabilidad de la señal leída generada, la potencia de grabación a usar cuando se lleve a cabo una operación de escritura en la zona de datos D2 de la capa de almacenamiento de información L2. De esta manera se determinan las potencias de grabación para escribir información en las respectivas zonas de datos D0, D1 y D2 de las tres capas de almacenamiento de información L0, L1 y L2.

A continuación, irradiando el disco con un haz láser con la potencia de grabación así determinada, se escriben datos de usuario en la zona de datos D0, D1 o D2 de cada capa de almacenamiento de información L0, L1 o L2. En este caso se usa la potencia de irradiación que ha sido determinada para cada capa de almacenamiento de información a través del procedimiento descrito anteriormente.

Cuando hay que leer los datos de usuario que han sido escritos en la zona de datos D0, D1 o D2 de cada capa de almacenamiento de información L0, L1 o la zona D0, D1 o D2 de cada capa de almacenamiento de información L0, L1 o L2, la información de disco y otros elementos de información son recuperados de la zona de control y los datos de usuario son leídos de la zona de datos D0, D1 o D2 usando la información de disco así obtenida.

En la realización descrita anteriormente, se supone que las zonas de prueba de escritura T0, T1 y T2 están dispuestas solamente en la periferia interior del disco. Opcionalmente, también se puede disponer zonas de prueba de escritura adicionales en la periferia exterior del disco. Además, cuando se recibe una petición de escritura, la potencia de grabación para realizar una operación de escritura en la zona de datos D0, D1 o D2 de cada capa de almacenamiento de información L0, L1 o L2 se determina en la realización descrita anteriormente. Sin embargo, si la CPU 309 ha decidido que deberá ser suficiente realizar una operación de escritura solamente en la capa de almacenamiento de información L0 para obtener cada elemento de información escrito, entonces solamente la potencia de irradiación para realizar una operación de escritura en la zona de datos D0 tiene que ser determinada. Entonces, los datos de usuario pueden empezar a escribirse en un tiempo más corto.

Además, en la realización descrita se determina realizar una operación de escritura en la zona de datos de cada capa de almacenamiento de información. Sin embargo, la CPU 309 puede determinar la potencia de grabación solamente para la capa de almacenamiento de información en la que antes se realice la operación de escritura, y puede determinar más tarde las potencias de grabación para las otras capas de almacenamiento de información. Entonces, los datos de usuario pueden empezar a escribirse más rápidamente.

Por ejemplo, si la operación de prueba de escritura deberá ser realizada en las periferias interior y exterior de cada una de las tres capas de almacenamiento de información de un disco de tres capas, entonces la misma secuencia de escritura de prueba deberá ser realizada seis veces en general, obligando así al usuario a esperar un largo tiempo antes de que sus datos estén preparados para ser escritos.

Para evitar dicha situación, se puede preparar con anterioridad múltiples combinaciones de capa(s) específica(s) de almacenamiento de información en las que la operación de prueba de escritura se tiene que realizar y el número de dicha(s) capa(s). Entonces, la CPU 309 puede determinar si la operación de escritura deberá ser realizada o no en más de dos capas de almacenamiento. Y si la respuesta es NO, la operación de prueba de escritura puede ser realizada solamente en las capas de almacenamiento de información L0 y L1. Entonces, los datos de usuario también pueden empezar a escribirse más rápidamente.

(Realización 4)

Los ejemplos de medios de almacenamiento a los que se puede aplicar la presente invención incluyen disco Blu-ray (BD) y otros muchos discos ópticos flexibles con normas diferentes. En la descripción siguiente, una aplicación de un disco óptico según la primera realización comparativa o la realización preferida de la presente invención a un BD se describirá como una cuarta realización.

<Parámetros principales>

Los BDs se clasifican en varios tipos según la propiedad de su película de grabación. Los ejemplos de los varios BDs incluyen un BD-ROM (lectura solamente), un BD-R (escritura única), y un BD-RE (reescribible). Y la presente invención es aplicable a cualquier tipo de BD o un disco óptico flexible con cualquier otro estándar, sin que importe si el medio de almacenamiento es una ROM (lectura solamente), un R (escritura única) o un RE (reescribible). Las constantes ópticas principales y los formatos físicos de los discos Blu-ray se describen en "Blu-ray Disc Reader (publicado por Ohmsha, Ltd.) y en el documento de la página web de la Blu-ray Disc Association (<http://www.blu-raydisc.com>), por ejemplo.

Específicamente, en cuanto a un BD, se usa un haz láser con una longitud de onda de aproximadamente 405 nm (que puede caer dentro del rango de 400 nm a 410 nm suponiendo que la tolerancia de errores sea ± 5 nm con respecto al valor estándar de 405 nm) y una lente objetivo con una NA (apertura numérica) de aproximadamente 0,85 (que puede caer dentro del rango de 0,84 a 0,86 suponiendo que la tolerancia de errores sea $\pm 0,01$ con respecto al valor estándar de 0,85). Un BD tiene una distancias entre pistas de aproximadamente 0,32 μm (que puede caer dentro del rango de 0,310 a 0,330 μm suponiendo que la tolerancia de errores sea $\pm 0,010$ μm con respecto al valor estándar de 0,320 μm y tiene una o dos capas de almacenamiento de información. Un BD tiene una monocapa de un solo lado o una estructura de capa doble de un solo lado en el lado del haz láser incidente, y su plano de almacenamiento o capa de almacenamiento está situado a una profundidad de 75 μm a 100 μm medida desde la superficie del recubrimiento protector del BD.

Se supone que una señal de escritura es modulada por la técnica de modulación 17PP. Se supone que las marcas de grabación tienen la longitud de marca más corta de 0,149 μm o 0,138 μm (que es la longitud de una marca 2T, donde T es un ciclo de un pulso de reloj de referencia y un periodo de referencia de modulación en una situación donde una marca es grabada según una regla de modulación predeterminada), es decir, una longitud de bit de canal T de 74,50 nm o 69,00 nm. El BD tiene una capacidad de almacenamiento de 25 GB o 27 GB (más exactamente, 25,025 GB o 27,020 GB) si es un disco monocapa de un solo lado, pero tiene una capacidad de almacenamiento de 50 GB o 54 GB (más exactamente, 50,050 GB o 54,040 GB) si es un disco de doble capa de un solo lado.

Se supone que la frecuencia de reloj de canal es 66 MHz (correspondiente a una tasa de bits de canal de 66.000 Mbit/s) a una tasa de transferencia BD estándar (BD 1X), 264 MHz (correspondiente a una tasa de bits de canal de 264.000 Mbit/s) a una tasa de transferencia de BD 4x, 396 MHz (correspondiente a una tasa de bits de canal de 396.000 Mbit/s) a una tasa de transferencia de BD 6x, y 528 MHz (correspondiente a una tasa de bits de canal de 528.000 Mbit/s) a una tasa de transferencia de BD 8X.

Y se supone que la velocidad lineal estándar (que también se denominará aquí "velocidad lineal de referencia" o "1x") es 4,917 m/seg o 4,554 m/seg. Las velocidades lineales de 2x, 4x, 6x y 8x son 9,834 m/seg, 19,668 m/seg, 29,502 m/seg, y 39,336 m/seg, respectivamente. Una velocidad lineal más alta que la velocidad lineal estándar es normalmente un número integral positivo de veces tan alto como la velocidad lineal estándar. Pero el factor no tiene que ser un entero, sino que también puede ser un número positivo real. Opcionalmente, también se puede definir una velocidad lineal inferior a la velocidad lineal estándar (tal como una velocidad lineal de 0,5x).

Se deberá indicar que estos parámetros son los de BDs monocapa o doble capa ya en el mercado, que tienen una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 25 GB o aproximadamente 27 GB por capa. Para aumentar más las capacidades de almacenamiento de los BDs, ya se han investigado y desarrollado BDs de alta densidad con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 32 GB o aproximadamente 33,4 GB por capa y BDs de tres o cuatro capas. A continuación, se describirá aplicaciones ejemplares a tales BDs.

<Estructura con múltiples capas de almacenamiento de información>

Por ejemplo, suponiendo que el disco óptico sea un disco de un solo lado, del/en el que se lee y/o escribe información haciendo que un haz láser incida en el lado del recubrimiento protector (capa de cubierta), si hay que prever dos o más capas de almacenamiento de información, entonces las múltiples capas de almacenamiento de información se deberán disponer entre el sustrato y el recubrimiento protector. Una estructura ejemplar para tal disco multicapa se representa en la figura 14. El disco óptico representado en la figura 14 tiene (n+1) capas de almacenamiento de información 502 (donde n es un entero superior a cero). Específicamente, en este disco óptico, una capa de cubierta 501, (n+1) capas de almacenamiento de información (capas Ln a L0) 502, y un sustrato 500 están apilados en este orden en la superficie en la que incide un haz láser 200. Además, entre cada par de capas

adyacentes de las (n+1) capas de almacenamiento de información 502 se ha insertado una capa de separación 503 como un elemento óptico intermedio. Es decir, la capa de referencia L0 se puede disponer al nivel más profundo que está situado a una profundidad predeterminada de la superficie de incidencia de la luz (es decir, a la mayor distancia de la fuente de luz). Se puede apilar múltiples capas de almacenamiento de información L1, L2, ... y Ln una sobre otra desde encima de la capa de referencia L0 hacia la superficie de incidencia de la luz.

En este caso, la profundidad de la capa de referencia L0 medida desde la superficie de incidencia de la luz del disco multicapa puede ser igual a la profundidad (por ejemplo, aproximadamente 0,1 mm) de la única capa de almacenamiento de información de un disco monocapa medida desde la superficie de incidencia de la luz. Si la profundidad de la capa más profunda (es decir, la capa más distante) es constante independientemente del número de capas de almacenamiento apiladas (es decir, si la capa más profunda de un disco multicapa está situada sustancialmente a la misma distancia que la única capa de almacenamiento de información de un disco monocapa), se puede asegurar la compatibilidad al acceder a la capa de referencia, sin que importe si el disco dado es monocapa o multicapa. Además, aunque aumente el número de capas de almacenamiento apiladas, la influencia de la inestabilidad apenas aumentará. Esto es porque, aunque la capa más profunda quede más afectada por la inestabilidad, la profundidad de la capa más profunda de un disco multicapa es aproximadamente la misma que la de la única capa de almacenamiento de información de un disco monocapa, y no aumenta en este caso aunque se incremente el número de capas de almacenamiento apiladas.

En cuanto a la dirección de movimiento del punto del haz (que también se denominará aquí una "dirección de seguimiento" o una "dirección en espiral"), el disco óptico puede ser del tipo de recorrido paralelo o del tipo de recorrido opuesto. En un disco del tipo de recorrido paralelo, el punto va en la misma dirección en cada capa, es decir, desde alguna posición radial interior hacia el borde exterior del disco o desde alguna posición radial exterior hacia el borde interior del disco en cada capa de almacenamiento de información.

Por otra parte, en un disco del tipo de recorrido opuesto, las direcciones de movimiento del punto se cambian a la opuesta cada vez que las capas a explorar se cambian de una capa de almacenamiento de información a otra adyacente. Por ejemplo, si el punto en la capa de referencia L0 va de alguna posición radial interior hacia el borde exterior (dirección que se denominará aquí simplemente "hacia fuera"), entonces el punto en la capa de almacenamiento de información L1 irá desde alguna posición radial exterior hacia el borde interior (dirección que aquí se denominará simplemente "hacia dentro"), el punto en la capa de almacenamiento de información L2 irá hacia fuera, etc. Es decir, el punto en la capa de almacenamiento de información Lm (donde m es cero o un número par) irá hacia fuera, pero el punto en la capa de almacenamiento de información Lm+1 irá hacia dentro. A la inversa, el punto en la capa de almacenamiento de información Lm (donde m es cero o un número par) irá hacia dentro, pero el punto en la capa de almacenamiento de información Lm+1 irá hacia fuera.

En cuanto al grosor del recubrimiento protector (capa de cubierta), para minimizar la influencia de la distorsión del punto debida a una disminución de la longitud focal con un aumento de la apertura numérica NA o la inestabilidad, se puede reducir el grosor del recubrimiento protector. Se define que una apertura numérica NA sea 0,45 para un CD, 0,65 para un DVD, pero aproximadamente 0,85 para un BD. Por ejemplo, si el medio de almacenamiento de información tiene un grosor general de aproximadamente 1,2 mm, el recubrimiento protector puede tener un grosor de 10 μm a 200 μm . Más específicamente, un disco monocapa puede incluir un recubrimiento protector transparente con un grosor de aproximadamente 0,1 mm y un sustrato con un grosor de aproximadamente 1,1 mm. Por otra parte, un disco de doble capa puede incluir un recubrimiento protector con un grosor de aproximadamente 0,075 mm, una capa de separación con un grosor de aproximadamente 0,025 mm y un sustrato con un grosor de aproximadamente 1,1 mm.

<Configuraciones para discos de una a cuatro capas>

Las figuras 15, 16, 17 y 18 ilustran configuraciones ejemplares para discos monocapa, de doble capa, de tres capas y de cuatro capas, respectivamente. Como se ha descrito anteriormente, si la distancia desde la superficie de incidencia de la luz a la capa de referencia L0 se supone que es constante, cada uno de estos discos puede tener un grosor de disco total de aproximadamente 1,2 mm (pero es más preferiblemente 1,40 mm o menos si hay una etiqueta impresa) y el sustrato 500 puede tener un grosor de aproximadamente 1,1 mm. Por esa razón, la distancia desde la superficie de incidencia de la luz a la capa de referencia L0 será aproximadamente 0,1 mm. En el disco monocapa representado en la figura 15 (es decir, si n=0 en la figura 14), la capa de cubierta 5011 tiene un grosor de aproximadamente 0,1 mm. En el disco de doble capa representado en la figura 16 (es decir, si n=1 en la figura 14), la capa de cubierta 5012 tiene un grosor de aproximadamente 0,075 mm y la capa de separación 5302 tiene un grosor de aproximadamente 0,25 mm. Y en el disco de tres capas representado en la figura 17 (es decir, si n=2 en la figura 14) y en el disco de cuatro capas representado en la figura 18 (es decir, si n = 3 en la figura 14), la capa de cubierta 5014 y/o la capa de separación 5304 pueden ser aún más finas.

Además, en una grabadora/reproductora que usa un cabezal óptico incluyendo una lente objetivo con una NA alta, las aberraciones, tales como una aberración esférica que se produzca debido al grosor desde la superficie de incidencia de la luz del disco a la capa de almacenamiento de información, afectará seriamente a la calidad de un haz láser a converger en la capa de almacenamiento de información. Por esa razón, dicho aparato está provisto de

medios para corregir dichas aberraciones que se produzcan debido al grosor.

Para eliminar los componentes de aberración tales como una aberración esférica que se produzca debido al grosor desde la superficie del recubrimiento protector de un óptico medio de almacenamiento de información a la capa de almacenamiento de información de/en la que se lee o escribe información, el medio de corrección de aberración genera una aberración que cancelará el componente de aberración que haya sido producido por cada capa de almacenamiento de información. Tal medio de corrección de aberración se ha diseñado originalmente ópticamente con el fin de reducir la aberración con respecto a la capa de almacenamiento de información de una estructura monocapa y también toma en cuenta la aberración que se produzca cuando se lleve a cabo una operación de lectura/escritura en un medio de almacenamiento de información con una estructura de doble capa. El punto de aberración mínima diseñado se define situado a una profundidad de aproximadamente 80-90 μm medida desde la superficie del recubrimiento protector. Por esa razón, si hay que enfocar una radiación de lectura/escritura en una capa de almacenamiento de información, cuya profundidad no es igual al punto de aberración mínima, entonces se deberá poner un valor apropiado de corrección de aberración para dicha capa de almacenamiento de información controlando el medio de corrección de aberración.

<Estructura física del BD>

La figura 19 ilustra la estructura física de un disco óptico 510 según esta realización. En el disco óptico en forma de disco 510 se ha dispuesto muchas pistas 512 concéntricamente o en espiral. Y cada una de dichas pistas 512 está subdividida en muchos sectores. Como se describirá más tarde, se supone que se escriben datos en cada una de dichas pistas 512 en base a un bloque 513 de un tamaño predeterminado.

El disco óptico 510 de esta realización tiene mayor capacidad de almacenamiento por capa de almacenamiento de información que un disco óptico convencional (tal como un BD de 25 GB). La capacidad de almacenamiento se incrementa incrementando la densidad lineal de almacenamiento, por ejemplo, acortando la longitud de marca de las marcas de grabación a dejar en el disco óptico, por ejemplo. En el sentido en que se usa aquí, "aumentar la densidad lineal de almacenamiento" significa acortar la longitud de bit de canal, que es una longitud correspondiente a un tiempo de ciclo T de una señal de reloj de referencia (es decir, un tiempo de ciclo de referencia T de modulación en una situación donde se graban marcas por una regla de modulación predeterminada). El disco óptico 510 puede tener múltiples capas de almacenamiento de información. En la descripción siguiente, sin embargo, solamente se describirá una capa de almacenamiento de información del mismo por razones de conveniencia. En una situación donde haya múltiples capas de almacenamiento de información en el mismo disco óptico, aunque las pistas tengan la misma anchura entre las respectivas capas de almacenamiento de información, las densidades lineales de almacenamiento también podrían ser diferentes de una capa a otra variando uniformemente las longitudes de marca en base de una capa a otra.

Cada pista 512 está dividida en muchos bloques 513, cada uno de 64 kB (kilobytes), que es la unidad de almacenamiento de datos. Y a dichos bloques se les da direcciones secuenciales de bloque. Cada uno de los bloques 513 está subdividido en tres bloques secundarios, teniendo cada uno una longitud predeterminada. A los tres bloques secundarios se les asignan números de bloque secundario de 0, 1 y 2 en este orden.

<Densidad de almacenamiento>

A continuación se describe la densidad de almacenamiento con referencia a las figuras 20(a), 20(b), 21 y 22.

La figura 20(a) ilustra un ejemplo de un BD de 25 GB, para el que se supone que el haz láser 200 tiene una longitud de onda de 405 nm y se supone que la lente objetivo 220 tiene una apertura numérica (NA) de 0,85.

Como en un DVD, también se escribe datos en la pista 512 de un BD como una serie de marcas 520, 521 que se producen como resultado de una variación física. La más corta de esta serie de marcas se denominará aquí la "marca más corta". En la figura 20(a), la marca 521 es la marca más corta.

En un BD con una capacidad de almacenamiento de 25 GB, la marca más corta 521 tiene una longitud física de 0,149 μm , que es aproximadamente 1/2,7 de la marca más corta de un DVD. Y aunque la resolución de un haz láser se incrementa cambiando los parámetros de un sistema óptico tal como la longitud de onda (405 nm) y la NA (0,85), este valor todavía es bastante próximo al límite de resolución óptica, por debajo del que las marcas de grabación ya no son reconocibles para el haz de luz.

La figura 21 ilustra un estado donde se ha formado un punto del haz de luz en la serie de marcas de grabación en la pista 512. En un BD, el punto del haz de luz 210 tiene un diámetro de aproximadamente 0,39 μm , que puede variar con los parámetros del sistema óptico. Si la densidad lineal de almacenamiento se incrementa sin cambiar las estructuras del sistema óptico, entonces las marcas de grabación se encogerán para el mismo tamaño de punto del punto del haz de luz 210 y la resolución de lectura disminuirá.

Por otra parte, la figura 20(b) ilustra un ejemplo de un disco óptico con una densidad de almacenamiento aún más

alta que un BD de 25 GB. Pero incluso para tal disco, también se supone que el haz láser 200 tiene una longitud de onda de 405 nm y también se supone que la lente objetivo 220 tiene una apertura numérica (NA) de 0,85. Entre la serie de marcas 524, 525 de tal disco, la marca más corta 525 tiene una longitud física de 0,1115 μm . En comparación con la figura 20(a), el tamaño de punto sigue siendo de aproximadamente 0,39 μm , pero las marcas de grabación y el intervalo entre las marcas se han contraído. Como resultado, la resolución de lectura disminuirá.

Cuanto más corta sea una marca de grabación, menor será la amplitud de una señal de lectura a generar cuando la marca de grabación sea explorada con un haz de luz. Y la amplitud es cero cuando la longitud de marca es igual al límite de resolución óptica. El número inverso de un período de estas marcas de grabación se denomina una "frecuencia espacial" y una relación entre la frecuencia espacial y la amplitud de señal se denomina una "función de transferencia óptica (OTF)". Cuando aumenta la frecuencia espacial, la amplitud de señal disminuye casi linealmente. Y el límite legible al que la amplitud de la señal es cero se denomina un corte OTF.

La figura 22 es un gráfico que representa cómo la OTF de un BD con una capacidad de almacenamiento de 25 GB cambia con la longitud de marca de grabación más corta. La frecuencia espacial de la marca más corta en un BD es aproximadamente 80%, y está bastante cerca, de la frecuencia de corte OTF. También se puede ver que una señal de lectura que representa la marca más corta tiene una amplitud de sólo aproximadamente 10% de la amplitud detectable máxima. La capacidad de almacenamiento a la que la frecuencia espacial de la marca más corta en un BD está muy cerca de la frecuencia de corte OTF (es decir, la capacidad de almacenamiento a la que la señal leída casi no tiene amplitud) corresponde a aproximadamente 31 GB en un BD. Cuando la frecuencia de la señal leída que representa la marca más corta se aproxima a, o excede de, la frecuencia de corte OTF, el límite de resolución óptica puede haberse alcanzado o incluso superado para el haz láser. Como resultado, la señal leída llega a tener una amplitud disminuida y la SNR cae muchísimo.

Por esa razón, el disco óptico de alta densidad de almacenamiento representado en la figura 20(b) tendría su densidad lineal de almacenamiento definida por la frecuencia de la señal leída que representa la marca más corta, que puede estar cerca de la frecuencia de corte OTF (es decir, es inferior, pero no significativamente inferior, a la frecuencia de corte OTF) o más alta que la frecuencia de corte OTF.

La figura 23 es un gráfico que representa cómo la amplitud de señal cambia con la frecuencia espacial en una situación donde la frecuencia espacial de la marca más corta (2T) es más alta que la frecuencia de corte OTF y donde la señal de lectura 2T tiene amplitud cero. En la figura 23, la frecuencia espacial de la marca más corta 2T es 1,12 veces tan alta como la frecuencia de corte OTF.

<Relación entre longitud de onda, NA y longitud de marca>

Un disco óptico con alta densidad de almacenamiento tiene que satisfacer la relación siguiente entre la longitud de onda, la apertura numérica, y las longitudes de marca/espacio.

Suponiendo que la longitud de marca más corta es TM nm y la longitud de espacio más corta es TS nm, la suma P de la longitud de marca más corta y la longitud de espacio más corta es TM+TS nm. En el caso de modulación 17, $P=2T+2T=4T$. Usando los tres parámetros de la longitud de onda λ del haz láser (que es 405 nm \pm 5 nm, es decir, en el rango de 400 nm a 410 nm), la apertura numérica NA (que es 0,85 \pm 0,01, es decir, en el rango de 0,84 a 0,86) y la suma P de la longitud de marca más corta y la longitud de espacio más corta (donde $P = 2T + 2T = 4T$ en el caso de modulación 17, en la que la longitud más corta es 2T), si la longitud unitaria T disminuye hasta el punto de que se cumple la desigualdad

$$P \geq \lambda/2NA,$$

entonces la frecuencia espacial de la marca más corta excede de la frecuencia de corte OTF.

Si NA = 0,85 y $\lambda = 405$, entonces la longitud unitaria T correspondiente a la frecuencia de corte OTF se calcula por

$$T=405/(2 \times 0,85)/4=59,558 \text{ nm}.$$

A la inversa, si se cumple $P > \lambda/2NA$, entonces la frecuencia espacial de la marca más corta es inferior a la frecuencia de corte OTF.

Como se puede ver fácilmente, incrementando la densidad lineal de almacenamiento, la SNR disminuirá debido al límite de resolución óptica. Por esa razón, si el número de capas de almacenamiento de información por disco se incrementase excesivamente, entonces la disminución de SNR podría ser un grado no permisible, considerando el margen del sistema. En particular en torno a un punto donde la frecuencia de la marca de grabación más corta excede de la frecuencia de corte OTF, la SNR empezará a disminuir muchísimo.

En la descripción anterior, la densidad lineal de almacenamiento se ha descrito comparando la frecuencia de la señal leída que representa la marca más corta con la frecuencia de corte OTF. Sin embargo, si la densidad de

almacenamiento de BDs se incrementa más, entonces la densidad de almacenamiento (y la densidad lineal de almacenamiento y la capacidad de almacenamiento) se puede definir en base al mismo principio que el recién descrito por referencia a la relación entre la frecuencia de la señal leída que representa la segunda marca más corta (o la tercera marca más corta o una marca de grabación aún más corta) y la frecuencia de corte OTF.

5

<Densidad de almacenamiento y número de capas>

Un BD, cuyas especificaciones incluyen una longitud de onda de 405 m y una apertura numérica de 0,85, puede tener una de las siguientes capacidades de almacenamiento por capa. Específicamente, si la frecuencia espacial de las marcas más cortas está cerca de la frecuencia de corte OTF, la capacidad de almacenamiento podría ser aproximadamente igual o más alta que 29 GB (tal como 29,0 GB \pm 0,5 GB o 29 GB \pm 1 GB), aproximadamente igual o más alta que 30 GB (tal como 30,0 GB \pm 0,5 GB o 30 GB \pm 1 GB), aproximadamente igual o más alta que 31 GB (tal como 31,0 GB \pm 0,5 GB o 31 GB \pm 1 GB), o aproximadamente igual o más alta que 32 GB (tal como 32,0 GB \pm 0,5 GB o 32 GB \pm 1 GB).

15

Por otra parte, si la frecuencia espacial de las marcas más cortas es igual o más alta que la frecuencia de corte OTF, la capacidad de almacenamiento por capa podría ser aproximadamente igual o más alta que 32 GB (tal como 32,0 GB \pm 0,5 GB o 32 GB \pm 1 GB), aproximadamente igual o más alta que 33 GB (tal como 33,0 GB \pm 0,5 GB o 33 GB \pm 1 GB), aproximadamente igual o más alta que 33,3 GB (tal como 33,3 GB \pm 0,5 GB o 33,3 GB \pm 1 GB), aproximadamente igual o más alta que 33,4 GB (tal como 33,4 GB \pm 0,5 GB o 33,4 GB \pm 1 GB), aproximadamente igual o más alta que 34 GB (tal como 34,0 GB \pm 0,5 GB o 34 GB \pm 1 GB) o aproximadamente igual o más alta que 35 GB (tal como 35,0 GB \pm 0,5 GB o 35 GB \pm 1 GB).

20

En este caso, si la densidad de almacenamiento por capa es 33,3 GB, una capacidad de almacenamiento general de aproximadamente 100 GB (más exactamente, 99,9 GB) se realiza por las tres capas de almacenamiento combinadas. Por otra parte, si la densidad de almacenamiento por capa es 33,4 GB, una capacidad de almacenamiento general que es más de 100 GB (más exactamente, 100,2 GB) se realiza por las tres capas de almacenamiento combinadas. Tal capacidad de almacenamiento es casi igual a la capacidad en una situación donde se prevén cuatro capas de almacenamiento, teniendo cada una una densidad de almacenamiento de 25 GB, para un solo BD. Por ejemplo, si la densidad de almacenamiento por capa es 33 GB, la capacidad de almacenamiento general es $33 \times 3 = 99$ GB, que es justo 1 GB (o menos) menor que 100 GB. Por otra parte, si la densidad de almacenamiento por capa es 34 GB, la capacidad de almacenamiento general es $34 \times 3 = 102$ GB, que es 2 GB (o menos) mayor que 100 GB. Además, si la densidad de almacenamiento por capa es 33,3 GB, la capacidad de almacenamiento general es $33,3 \times 3 = 99,9$ GB, que es solamente 0,1 GB (o menos) menor que 100 GB. Y si la densidad de almacenamiento por capa es 33,4 GB, la capacidad de almacenamiento general es $33,4 \times 3 = 100,2$ GB, que es justo 0,2 GB (o menos) mayor que 100 GB.

25

30

35

Se deberá indicar que si la densidad de almacenamiento se incrementase de forma significativa, entonces sería difícil realizar exactamente una operación de lectura porque las marcas más cortas se deberán leer en condiciones bastante severas. Por esa razón, una densidad de almacenamiento realista que realizaría una capacidad de almacenamiento general de 100 GB o más sin incrementar demasiado la densidad de almacenamiento, sería aproximadamente 33,4 GB por capa.

40

En este caso, el disco óptico puede tener una estructura de cuatro capas con una densidad de almacenamiento de 25 GB por capa o una estructura de tres capas con una densidad de almacenamiento de 33-34 GB por capa. Sin embargo, si se incrementa el número de capas de almacenamiento de información apiladas en un disco, la señal leída obtenida de cada una de las capas tendrá una amplitud disminuida (o una SNR disminuida) y también se producirá una capa parásita de las capas (es decir, la señal leída obtenida de cada capa de almacenamiento de información será afectada por una señal obtenida de una capa adyacente). Por esa razón, si se adopta un disco de tres capas con una densidad de almacenamiento de 33-34 GB por capa en lugar de un disco de cuatro capas con una densidad de almacenamiento de 25 GB por capa, entonces se realizará una capacidad de almacenamiento general de aproximadamente 100 GB por el menor número de capas (es decir, tres en lugar de cuatro), minimizándose la influencia de dicha luz parásita. Por esa razón, un fabricante de discos que deseara realizar una capacidad de almacenamiento general de aproximadamente 100 GB minimizando al mismo tiempo el número de capas de almacenamiento de información apiladas, preferiría un disco de tres capas con una densidad de almacenamiento de 33-34 GB por capa. Por otra parte, un fabricante de discos que deseara realizar una capacidad de almacenamiento general de aproximadamente 100 GB usando el formato convencional tal cual (es decir, una densidad de almacenamiento de 25 GB por capa) podría elegir un disco de cuatro capas con una densidad de almacenamiento de 25 GB por capa. De esta manera, los fabricantes con diferentes necesidades podrían lograr sus objetivos usando estructuras mutuamente diferentes, y por lo tanto se les ofrece un mayor grado de flexibilidad en el diseño del disco.

45

50

55

60

Alternativamente, si la densidad de almacenamiento por capa está en el rango de 30-32 GB, la capacidad de almacenamiento general de un disco de tres capas será menos de 100 GB (es decir, aproximadamente 90-96 GB), pero la de un disco de cuatro capas será 120 GB o más. Entre otras cosas, si la densidad de almacenamiento por capa es aproximadamente 32 GB, un disco de cuatro capas tendrá una capacidad de almacenamiento general de

65

aproximadamente 128 GB, que es la séptima potencia de dos que sería procesada de forma fácil y conveniente por un ordenador. Además, en comparación con la capacidad de almacenamiento general de aproximadamente 100 GB realizada por un disco de tres capas, también se podría leer marcas aún más cortas en condiciones menos severas.

5 Por esa razón, cuando hay que incrementar la densidad de almacenamiento, un número de diferentes densidades de almacenamiento por capa (tal como aproximadamente 32 GB y aproximadamente 33,4 GB) se ofrece preferiblemente como múltiples opciones de modo que un fabricante de discos pueda diseñar un disco de forma más flexible adoptando una de las múltiples densidades de almacenamiento y cualquier número de capas de almacenamiento en una combinación arbitraria. Por ejemplo, a un fabricante que desee aumentar la capacidad de almacenamiento general minimizando al mismo tiempo la influencia de múltiples capas apiladas, se le ofrece la opción de hacer un disco de tres capas con una capacidad de almacenamiento general de aproximadamente 100 GB apilando tres capas de almacenamiento con una densidad de almacenamiento de 33-34 GB por capa. Por otra parte, a un fabricante que desee aumentar la capacidad de almacenamiento general minimizando al mismo tiempo el impacto en el rendimiento de lectura se le ofrece la opción de hacer un disco de cuatro capas con una capacidad de almacenamiento general de aproximadamente 120 GB o más apilando cuatro capas de almacenamiento con una densidad de almacenamiento de 30-32 GB por capa.

20 Sin que importe cuál de estas dos estructuras se adopte para un BD, se puede determinar la mejor potencia de grabación para cada capa de almacenamiento de información usando la estructura de disco óptico de la primera realización comparativa o la realización preferida de la presente invención descrita anteriormente. Por esa razón, aunque se deberá formar marcas de grabación más exactamente para hacer frente a una mayor densidad lineal de almacenamiento, también se puede realizar apropiadamente una operación de escritura con la mejor potencia de grabación.

25 **Aplicabilidad industrial**

La presente invención puede ser usada efectivamente en varios tipos de medios de almacenamiento de información y dispositivos de escritura de información, y puede ser usada de forma especialmente efectiva en un medio de almacenamiento de información de escritura única o reescribible con tres o más capas de almacenamiento de información y un dispositivo de escritura de información compatible con dicho medio de almacenamiento.

Lista de signos de referencia

- 35 D0, D1, D2, D3: zona de datos
- L0, L1, L2, L3: capa de almacenamiento de información
- R0, R1, R2, R3: zona de entrada
- 40 T0, T1, T2, T3: zona de prueba de escritura
- 110: sustrato
- 111, 112: capas de separación
- 45 113: capa de cubierta

REIVINDICACIONES

5 1. Un medio de almacenamiento de información con n capas de almacenamiento de información (L), donde n es un entero que es igual o mayor que cuatro, en las que se puede escribir datos con un haz láser (200) y que están apiladas una sobre otra, donde cada una de las n capas de almacenamiento de información (L) tiene una zona de prueba de escritura (T) para determinar la potencia de grabación del haz láser (200), y

10 donde cuando cada zona de prueba de escritura (T) se ve desde un lado en el que el haz láser (200) es incidente, ninguna de las zonas de prueba de escritura (T) se solapa con ninguna otra de las zonas de prueba de escritura (T) en la dirección radial del medio de almacenamiento de información,

caracterizado porque

15 cuando las n capas de almacenamiento de información (L) se cuentan desde la (L0) que está situada más distante de la superficie del medio en la que el haz láser (200) es incidente,

20 hay una diferencia de posición radial más grande entre el extremo periférico exterior de la interior de las zonas de prueba de escritura de las i -ésima y $(i+1)$ -ésima capas de almacenamiento de información, donde i es cualquier entero que cumple $2 \% i \% n-1$, y el extremo periférico interior de las zonas interiores de las i -ésima y $(i+1)$ -ésima zonas de almacenamiento de información que entre el extremo periférico exterior de la interior de las zonas de prueba de escritura de las j -ésima y $(j+1)$ -ésima capas de almacenamiento de información, donde j es cualquier entero que cumple $1 \% j \% i-1$, y el extremo periférico interior de la zona de prueba de escritura exterior en la otra de las j -ésima y $(j+a)$ -ésima capas de almacenamiento de información.

25 2. Un método de lectura para realizar una operación de lectura en el medio de almacenamiento de información (105) de la reivindicación 1, donde el medio de almacenamiento de información (105) tiene una zona de control en al menos una de las n capas de almacenamiento de información (L) del mismo, y

30 donde el método incluye al menos uno de los pasos de:

leer información acerca del medio de almacenamiento de información (105) de la zona de control; y

35 leer datos que han sido escritos en alguna de las n capas de almacenamiento de información (L) con la potencia de grabación que ha sido regulada con la zona de prueba de escritura (T) de dicha capa (L).

3. Un sistema incluyendo el medio de la reivindicación 1 y un dispositivo de lectura de información para realizar una operación de lectura en el medio de almacenamiento de información (105) de la reivindicación 1,

40 donde el dispositivo está adaptado para realizar al menos uno de los pasos de:

leer información acerca del medio de almacenamiento de información (105) de la zona de control; y

45 leer datos que han sido escritos en alguna de las n capas de almacenamiento de información (L) con potencia de grabación que ha sido regulada con la zona de prueba de escritura (T) de dicha capa (L).

4. Un sistema incluyendo el medio de la reivindicación 1 y un dispositivo de escritura de información para realizar una operación de escritura en el medio de almacenamiento de información (105) de la reivindicación 1,

50 donde el dispositivo está adaptado para determinar la potencia de grabación del haz láser (200) usando la zona de prueba de escritura (T) de una de las n capas de almacenamiento de información (L), y

donde el dispositivo está adaptado para escribir datos en dicha capa irradiando el medio con el haz láser (200) cuya potencia de grabación ha sido determinada.

FIG. 1

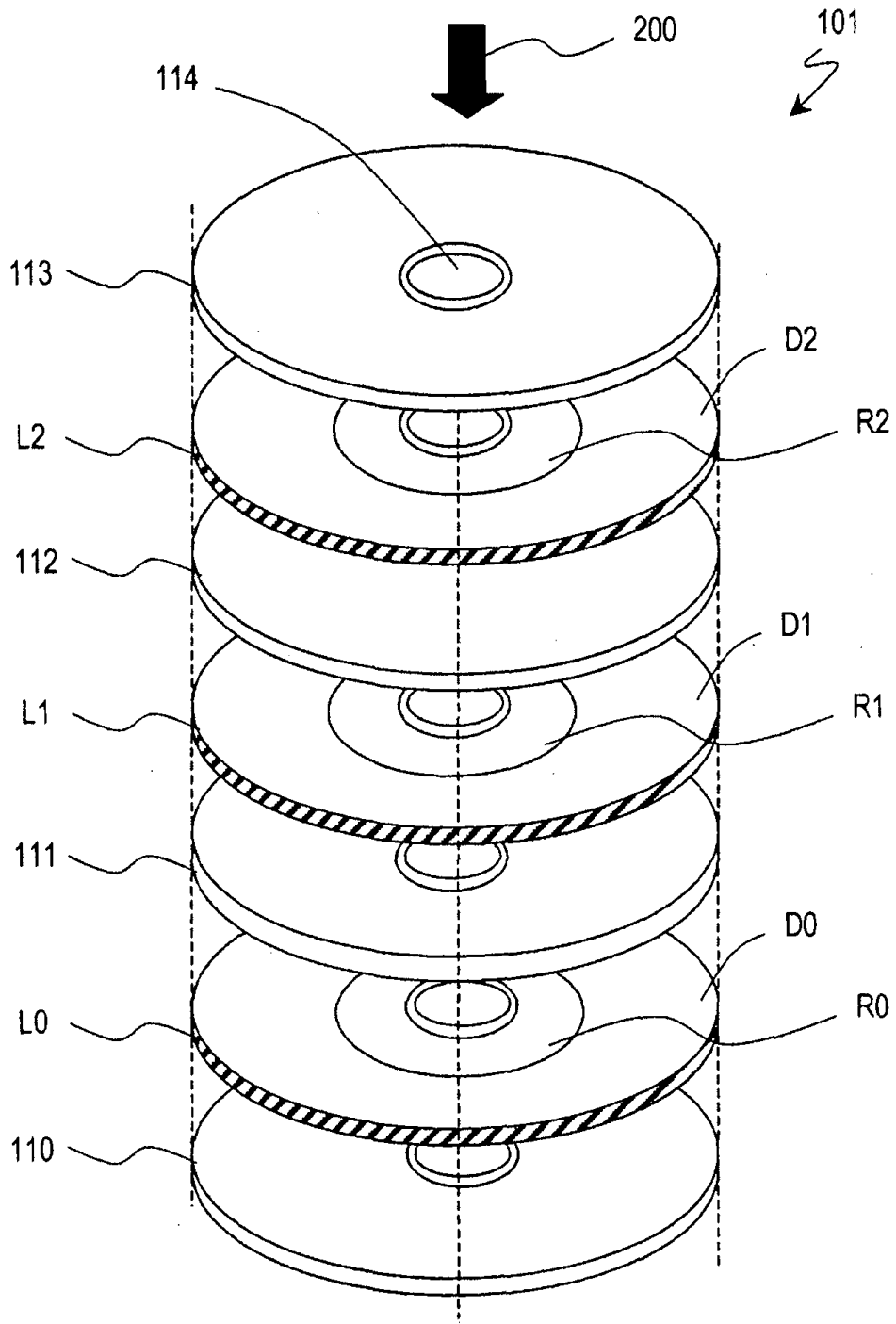


FIG.2

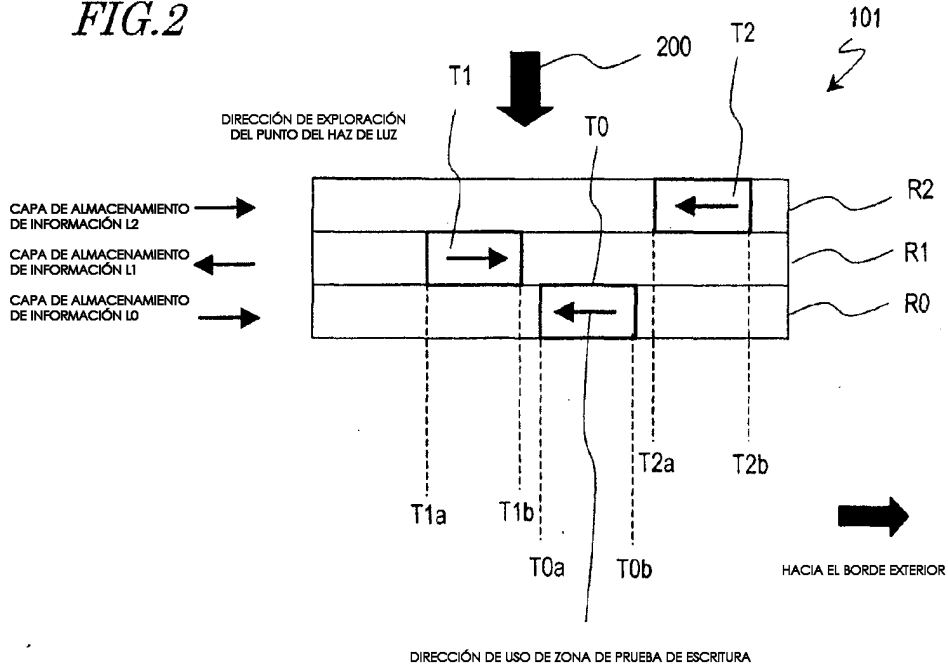


FIG.3

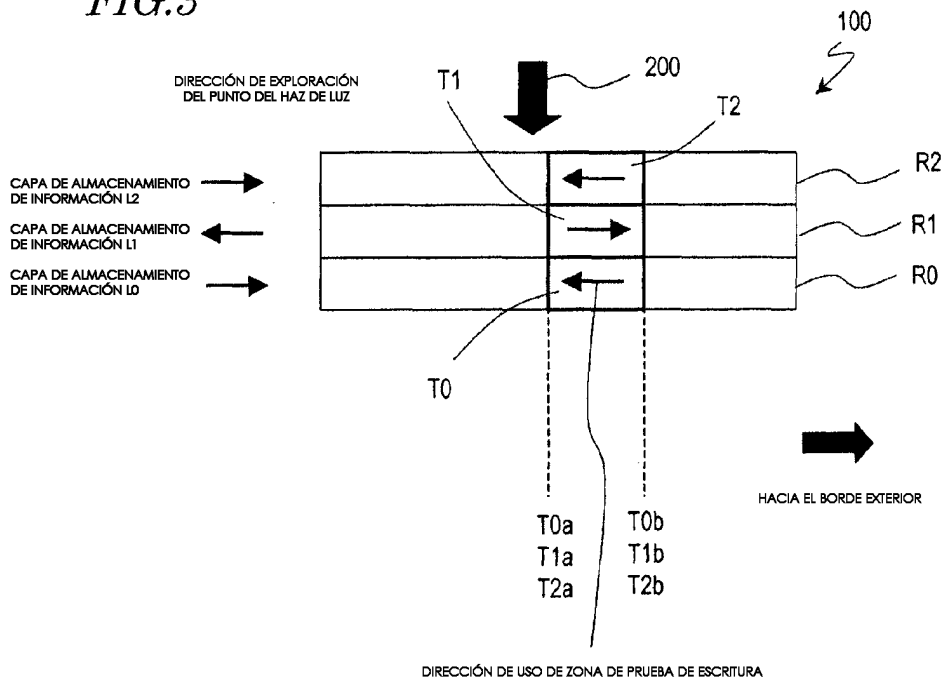


FIG. 4

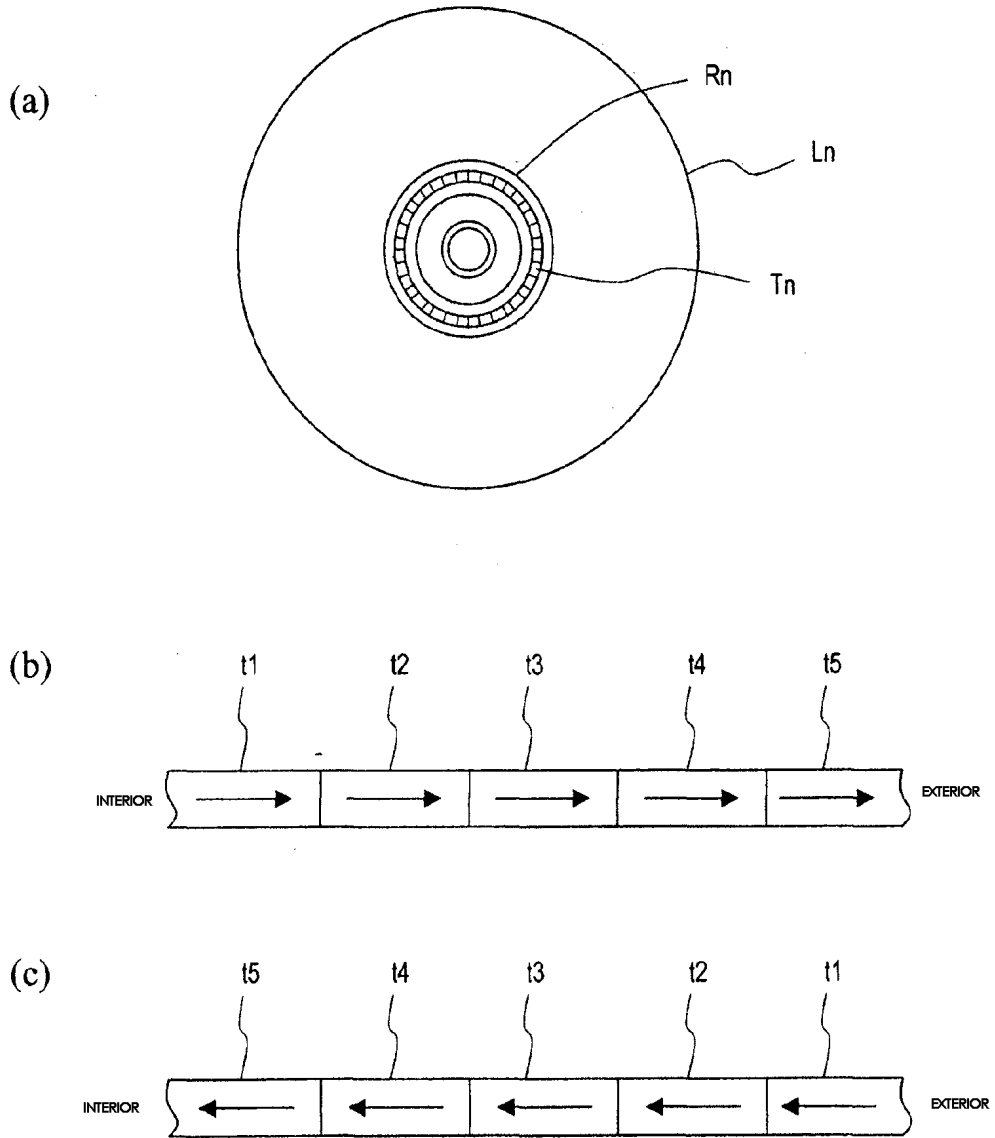


FIG.5

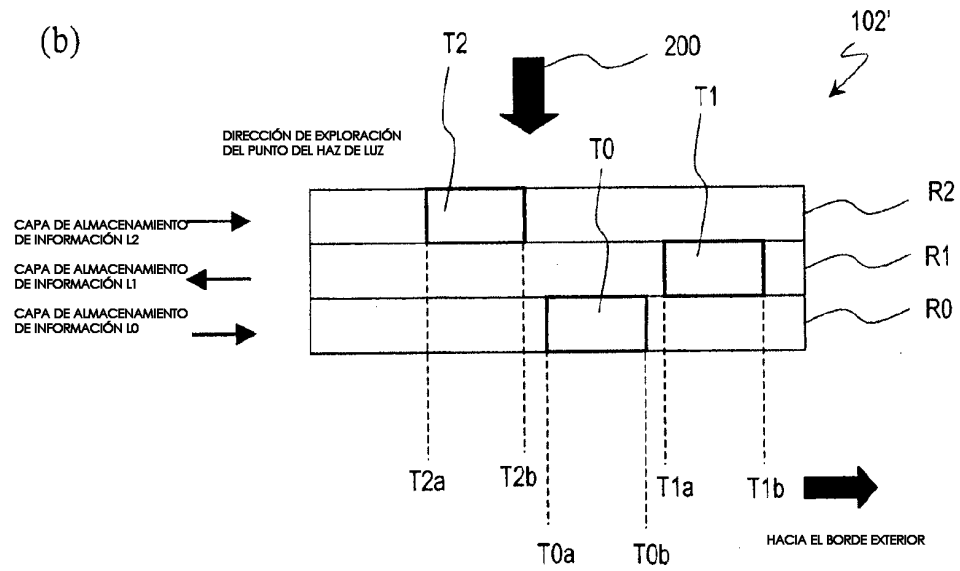
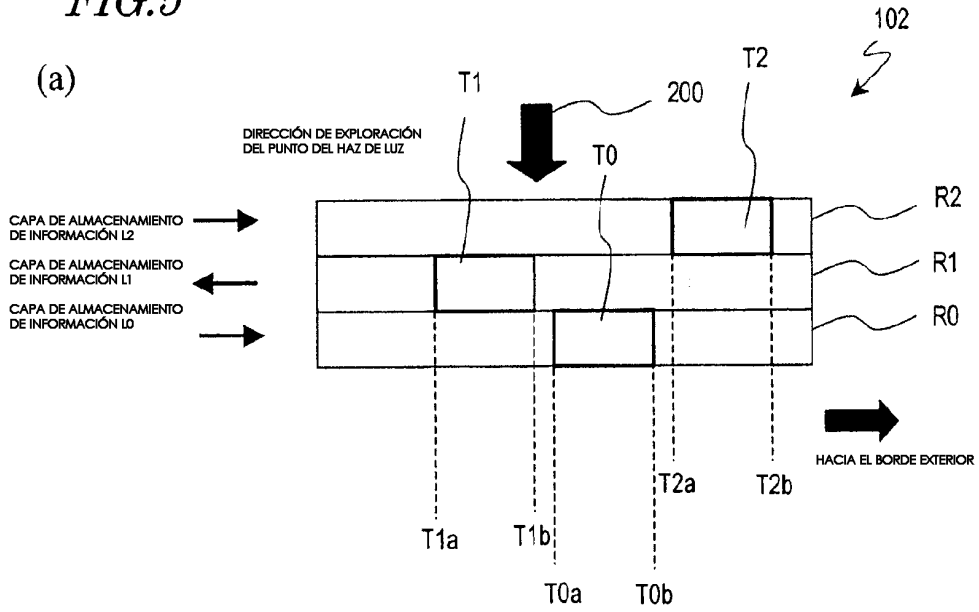


FIG. 6

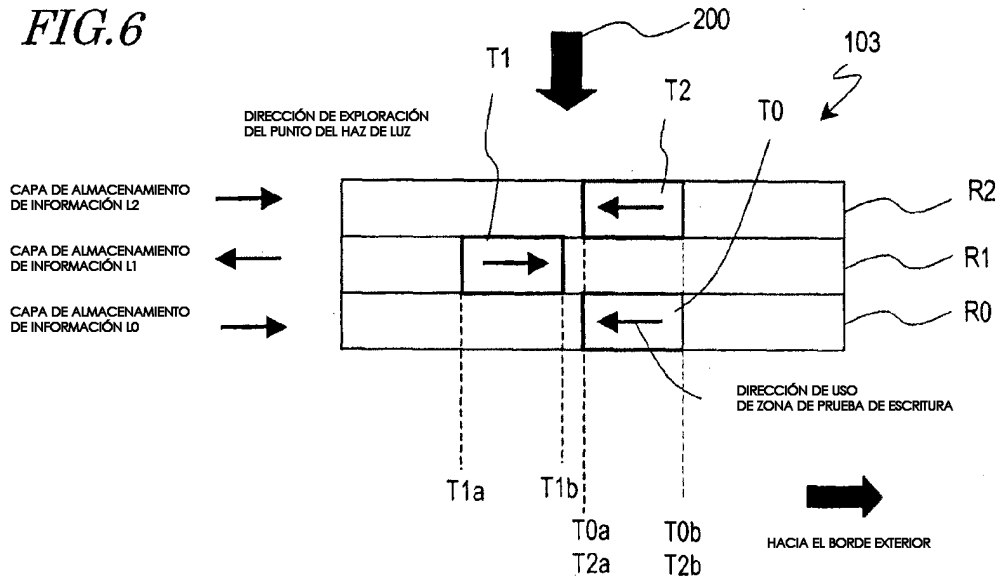


FIG. 7

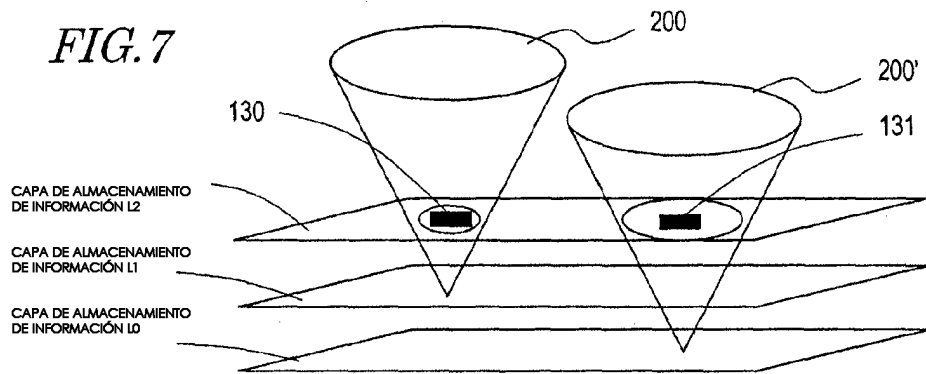


FIG. 8

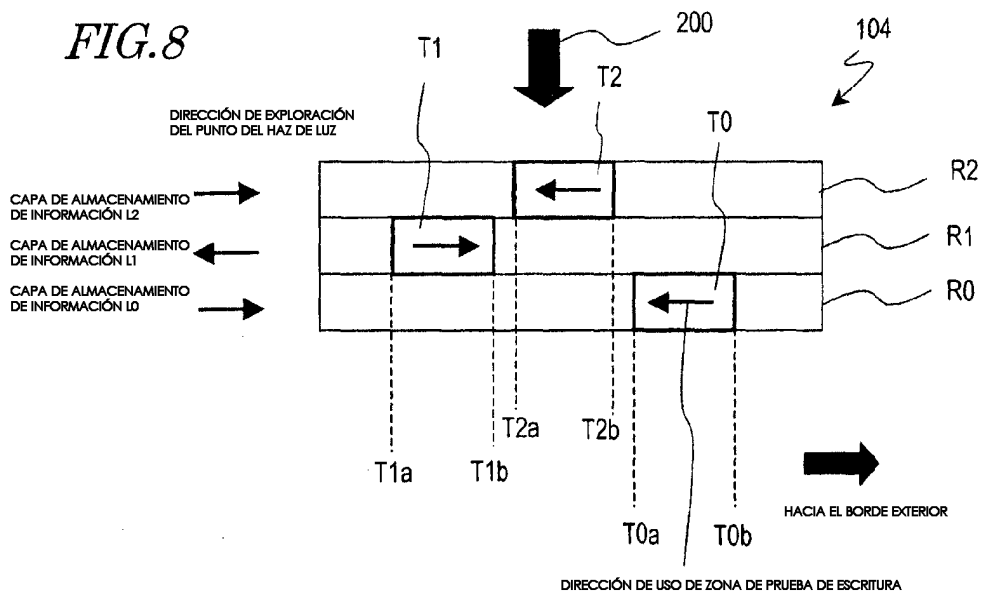


FIG.9

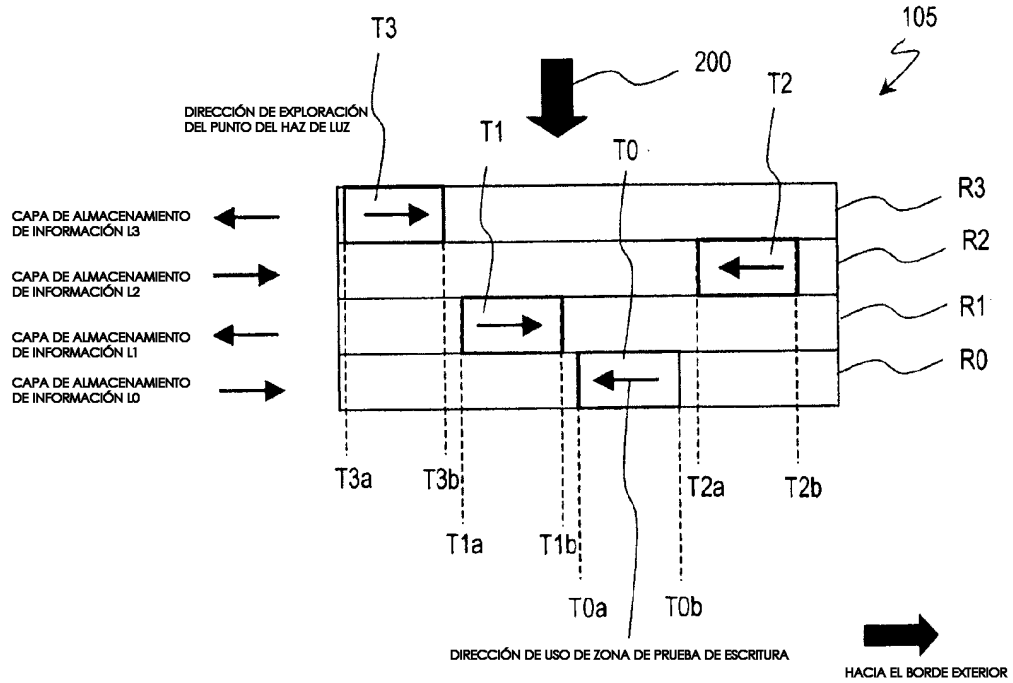


FIG.10

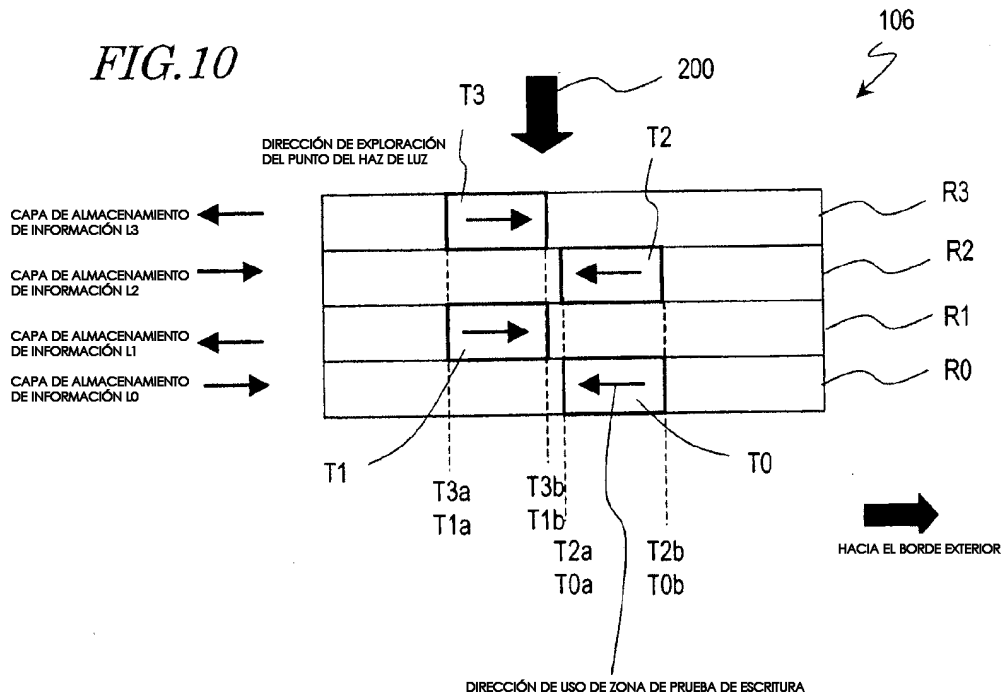


FIG.11

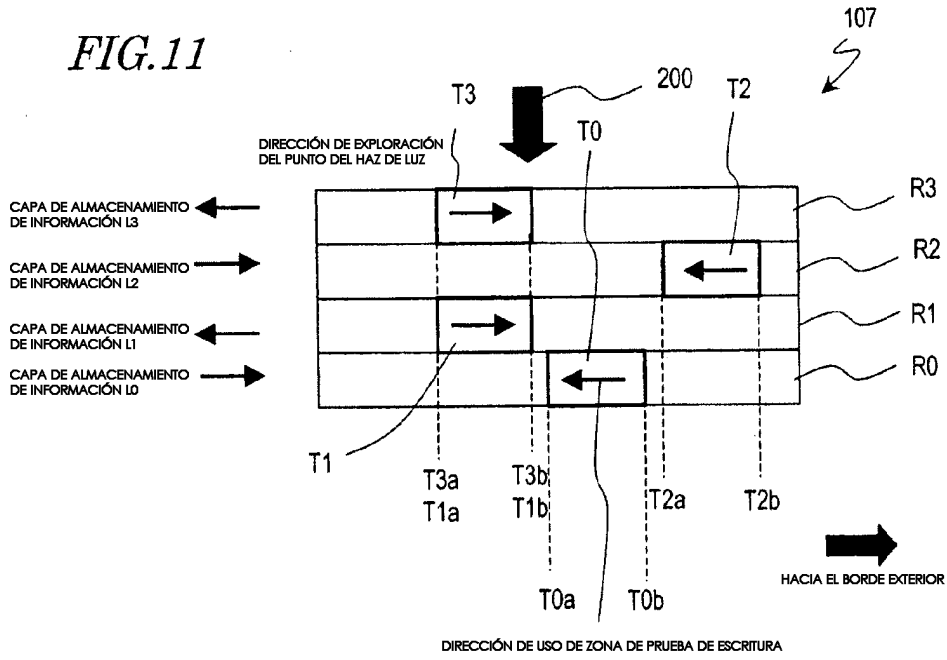


FIG.12

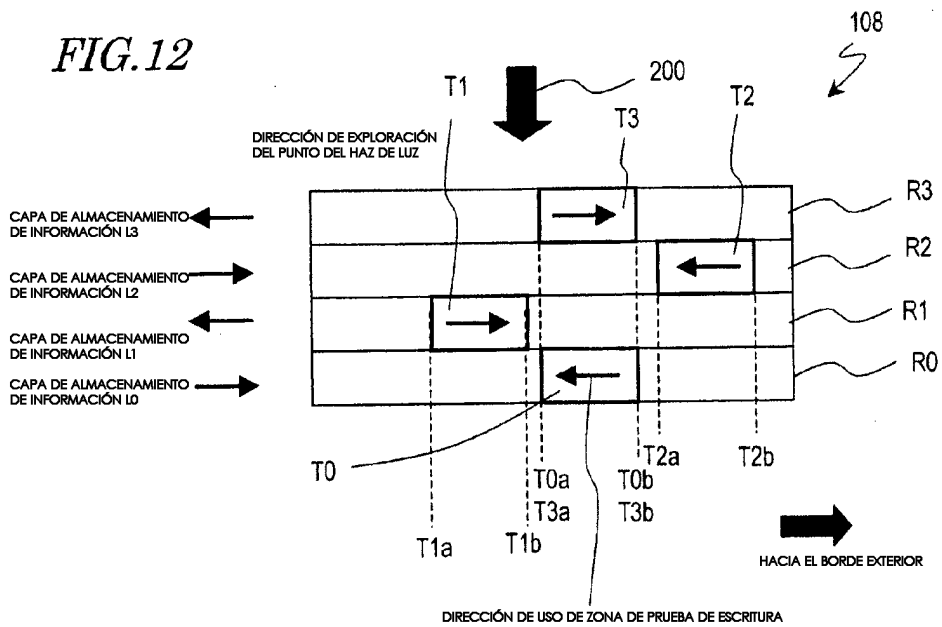


FIG.13

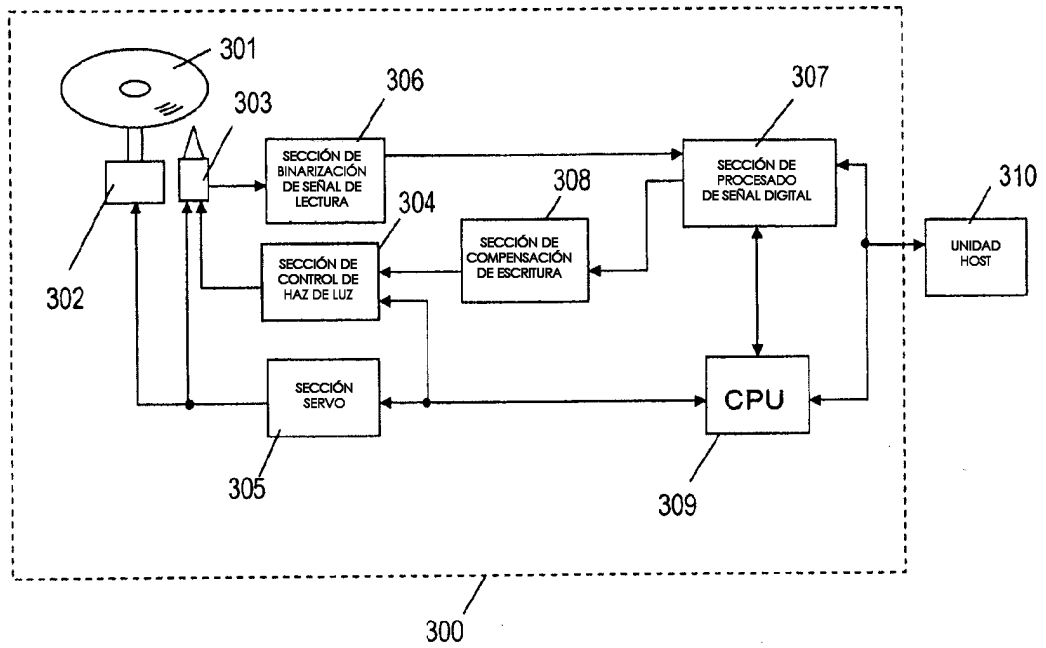


FIG.14

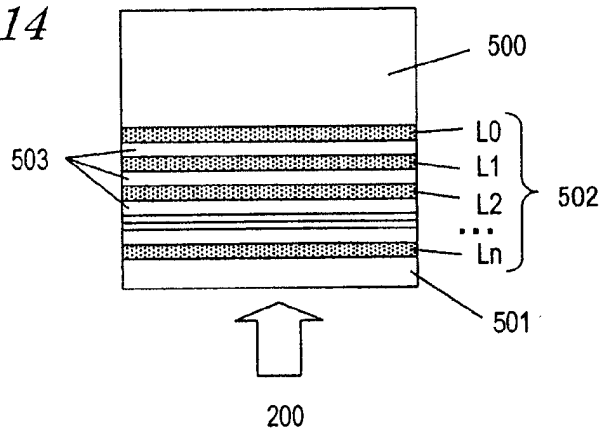


FIG.15

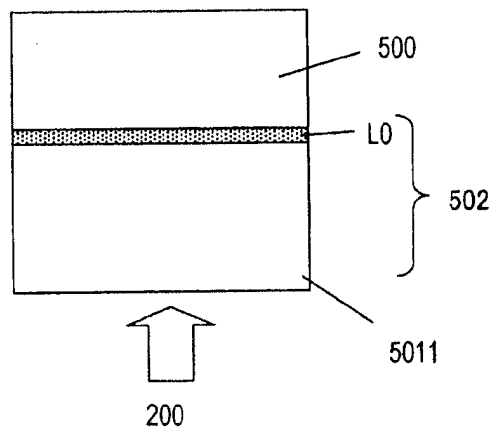


FIG. 16

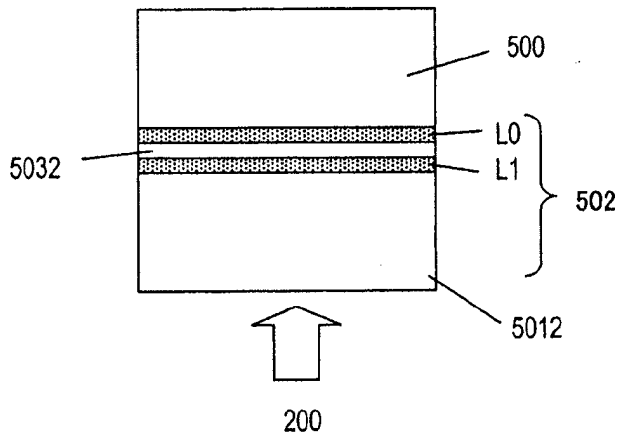


FIG. 17

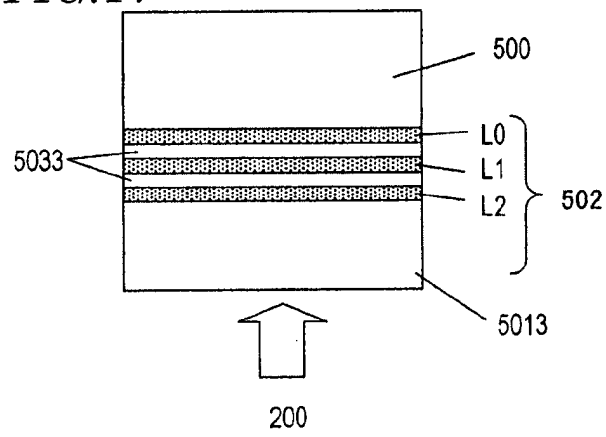


FIG. 18

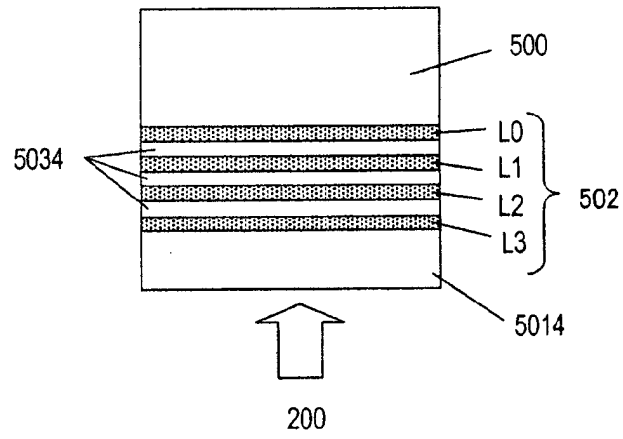


FIG. 19

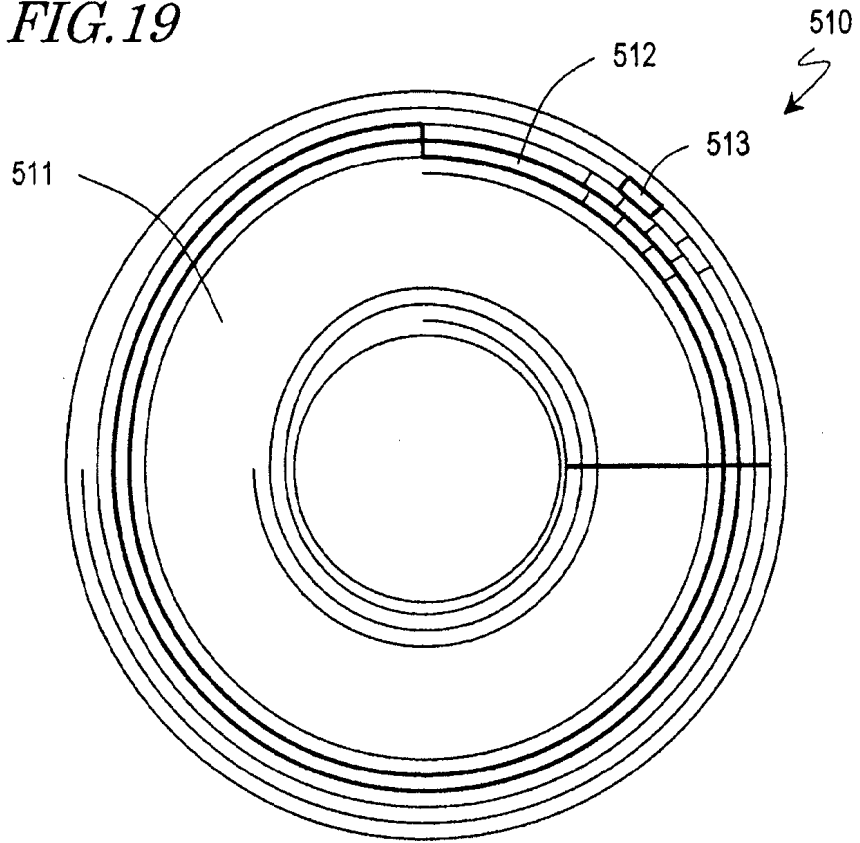


FIG.20

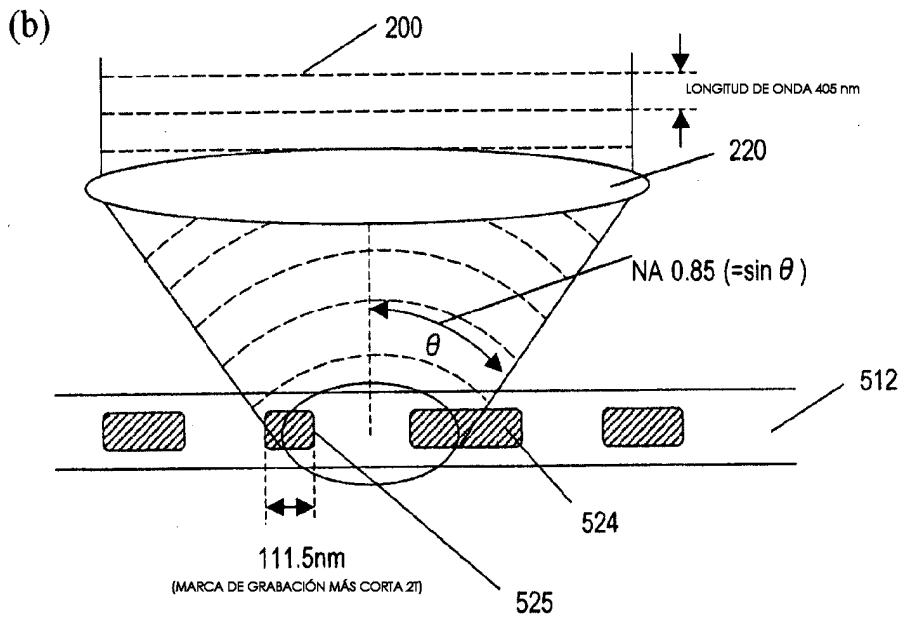
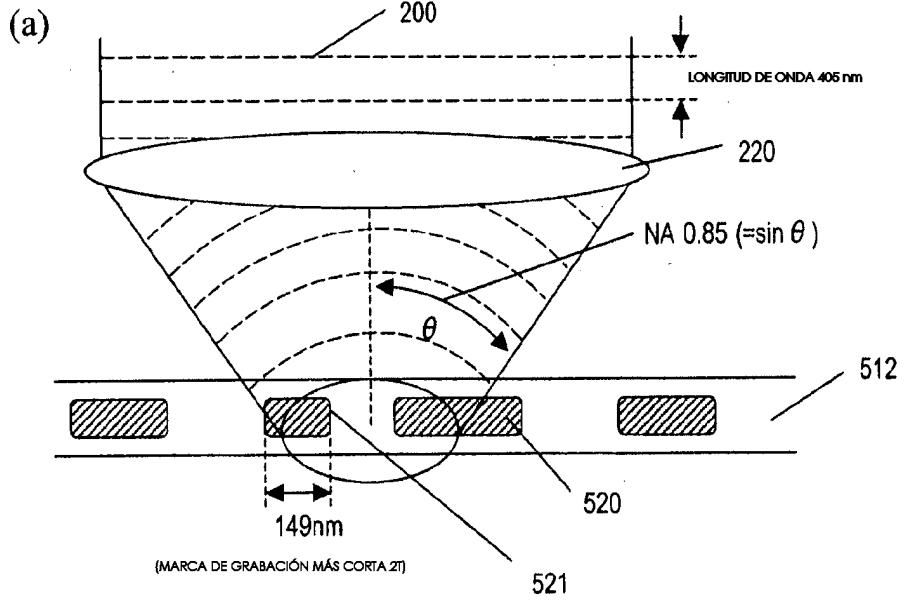


FIG.21

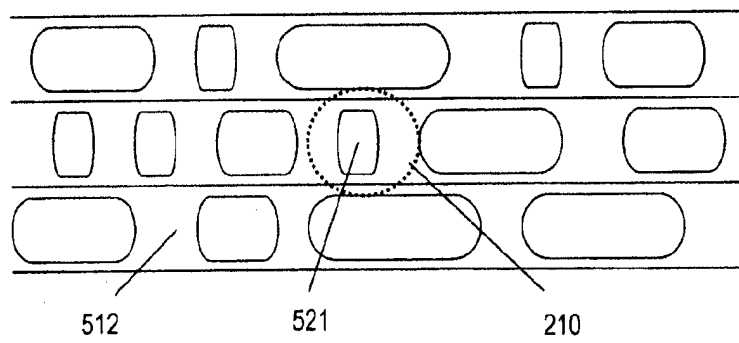


FIG.22

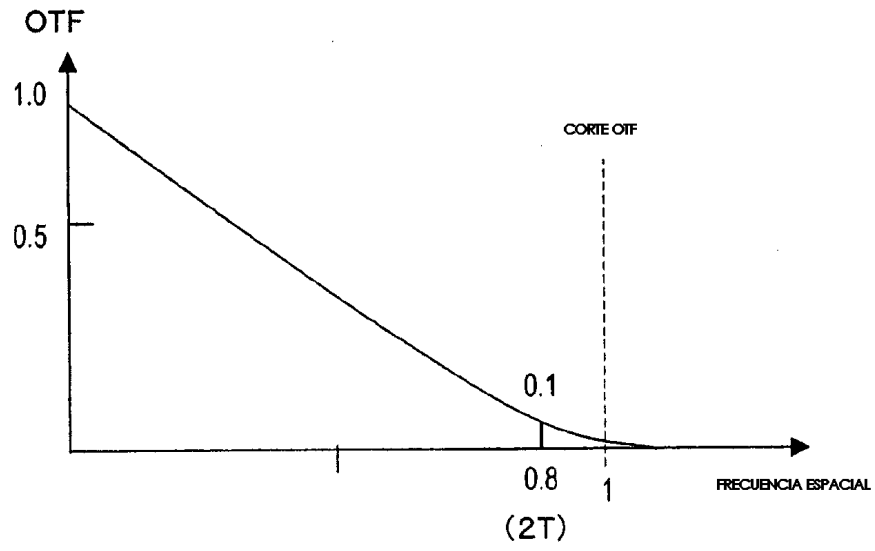


FIG.23

