República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0907851-7 A2

(22) Data do Depósito: 06/08/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 12/11/2019

(54) Título: MEIO DE GRAVAÇÃO DE INFORMAÇÃO E DISPOSITIVO DE GRAVAÇÃO DE INFORMAÇÃO

(51) Int. Cl.: G11B 7/0045; G11B 7/007; G11B 7/125.

(30) Prioridade Unionista: 07/08/2008 US 61/086,844.

(71) Depositante(es): PANASONIC CORPORATION.

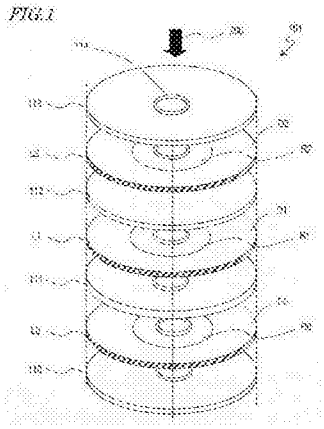
(72) Inventor(es): MAMORU SHOJI; KIYOTAKA ITO.

(86) Pedido PCT: PCT JP2009003782 de 06/08/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/016264 de 11/02/2010

(85) Data da Fase Nacional: 31/08/2010

(57) Resumo: MEIO DE GRAVAÇÃO DE INFORMAÇÃO E DIS- POSITIVO DE GRAVAÇÃO DE INFORMAÇÃO A presente invenção refere-se a um meio de armazenamento de informação que tem n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro e n .:::_ 3), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras. Cada uma das n ca- madas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser. Quando a- quelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente, há uma maior diferença de localização radial entre a extremidade periférica externa da zona interna das zonas de escrita de teste da iésima e da (i+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde i é um inteiro que satisfaz a 2 _:: i _:: n-1) e a extremidade periférica in- terna da outra zona de escrita de teste externa do que entre a extremidade periférica externa da zona interna das zonas de escrita de teste de j-ésima e 0+1)-ésima camadas de armazenamento de (...).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MEIO DE GRAVAÇÃO DE INFORMAÇÃO E DISPOSITIVO DE GRAVAÇÃO DE INFORMAÇÃO"**.

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a um meio de armazenamento de informação no qual uma informação é escrita sendo irradiada com um feixe de laser. Mais particularmente, a presente invenção refere-se a um meio de armazenamento de informação com três ou mais camadas de armazenamento de informação e um dispositivo de escrita de informação que é compatível com um meio de armazenamento de informação como esse.

TÉCNICA ANTECEDENTE

Vários tipos de meios de armazenamento de informação, nos quais uma informação pode ser escrita sendo irradiada com luz que foi modulada de modo a representar a informação a escrever (tal como um feixe de laser), foram desenvolvidas de forma extensiva como um meio para o armazenamento de uma quantidade imensa de informação ali contida. Os exemplos daqueles meios de armazenamento de informação incluem um meio de armazenamento de informação de escrita única, no qual uma informação pode ser escrita apenas uma vez em cada área em particular, e um meio de armazenamento de informação regravável, no qual uma informação pode ser reescrita um número ilimitado de vezes. Aqueles dois tipos são geralmente denominados um "disco ótico de gravação única" e um "disco ótico regravável", respectivamente.

Para aumento da capacidade de armazenamento de um disco ótico a passos largos, é uma medida efetiva ter múltiplas camadas de armazenamento empilhadas umas sobre as outras em um disco ótico único. Quanto aos DVDs e BDs, discos de camada dupla com duas camadas de armazenamento de informação já estão disponíveis.

Um disco ótico como esse tem uma zona de escrita de teste para a determinação de condições de escrita apropriadas para a escrita de uma informação (tal como a potência de gravação da luz, dentre outras coisas), em cada uma de suas camadas de armazenamento de informação. Na

escrita de uma informação sobre um disco ótico usando um drive de disco ótico, a potência de gravação é otimizada usando-se a zona de escrita de teste quando o drive estiver sendo carregado com o disco ou imediatamente antes de os dados serem realmente escritos nele. Por exemplo, o Documento de Patente Nº 1 mostra um método para a determinação da potência de gravação para um disco ótico de gravação única.

LISTA DE CITAÇÃO

LITERATURA DE PATENTE

Documento de Patente Nº 1: Publicação de Pedido de Patente Japonesa Aberta a Inspeção Pública Nº 2002-358648.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

PROBLEMA TÉCNICO

O documento de Patente 1 realmente mostra técnicas aplicáveis a um disco ótico com duas camadas de armazenamento de informação, mas não mostra nada sobre a estrutura de um disco ótico com três ou mais camadas de armazenamento de informação (por exemplo, o arranjo de zonas de escrita de teste e como usá-las, dentre outras coisas).

Portanto, é um objetivo da presente invenção prover um meio de armazenamento de informação com três ou mais camadas de armazenamento de informação em cada uma das quais uma informação pode ser escrita sob condições apropriadas, e também prover um dispositivo de armazenamento de informação que seja compatível com um meio de armazenamento de informação como esse.

SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA

Um meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção tem n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que três), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras. Cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser. Quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da

superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente, há uma maior diferença de localização radial entre a extremidade periférica externa da zona interna das zonas de escrita de teste da iésima e da (i+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde i é um inteiro que satisfaz a $2 \leq i \leq n-1$) e a extremidade periférica interna da outra zona de escrita de teste externa do que entre a extremidade periférica externa da zona interna das zonas de escrita de teste de j-ésima e (j+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde j é um inteiro que satisfaz a $1 \leq j \leq i-1$) e a extremidade periférica interna da outra zona de escrita de teste externa.

Um outro meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção tem pelo menos três camadas de armazenamento de informação. E há um espaço radial mais largo entre as respectivas zonas de escrita de teste de um par de camadas de armazenamento de informação adjacentes que estão localizadas mais próximas da superfície do meio no qual um feixe de laser é incidente do que entre as respectivas zonas de escrita de teste de um outro par de camadas de armazenamento de informação adjacentes que estão localizadas mais distantes daquela superfície.

Ainda um outro meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção tem n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que três), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras. Cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser. Quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente, há uma maior diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste da k-ésima e da (k+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde k é um inteiro que satisfaz a $1 \leq k \leq n-2$) e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa do que entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste de k-ésima e (k+2)-ésima camadas de ar-

mazenamento de informação e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa.

Em uma modalidade preferida, n é quatro e k é um.

Ainda um outro meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção tem n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que quatro), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras. Cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser. Quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente, há uma maior diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste da k'-ésima e da (k'+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde k' é um inteiro que satisfaz a $1 \leq k' \leq n-3$) e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa do que entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste de (k'+1)-ésima e (k+3)-ésima camadas de armazenamento de informação e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa.

Ainda um outro meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção tem n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que três), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras. Cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser. Quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente, a zona de escrita de teste da terceira camada de armazenamento de informação mais distante está localizada mais próxima da borda externa do meio do que aquela da camada de armazenamento de informação mais distante, a qual

está localizada mais próxima daquela borda externa do que a zona de escrita de teste da segunda camada de armazenamento de informação mais distante está.

Em uma modalidade preferida, n é quatro.

Ainda um outro meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção tem n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que quatro), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras. Cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser. Quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente, a zona de escrita de teste da terceira camada de armazenamento de informação mais distante está localizada mais próxima da borda externa do meio do que aquela da segunda camada de armazenamento de informação mais distante, a qual está localizada mais próxima daquela borda externa do que a zona de escrita de teste da quarta camada de armazenamento de informação mais distante está.

Ainda um outro meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção tem n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que quatro), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras. Cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser. Quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente, a zona de escrita de teste da terceira camada de armazenamento de informação mais distante está localizada mais próxima da borda externa do meio do que aquela da camada de armazenamento de informação mais distante, a qual está localizada mais próxima daquela borda externa do que a zona de escri-

ta de teste da quarta camada de armazenamento de informação mais distante está.

Ainda um outro meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção tem n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que três), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras. Cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser. As zonas de escrita de teste são dispostas em localizações radiais mutuamente diferentes, e cada zona de escrita de teste tem uma pluralidade de subáreas. Quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente, uma iésima camada de armazenamento de informação (onde i é um número par que satisfaz a $2 \leq i \leq n$) é varrida com o feixe de laser em direção à borda interna do meio, mas as subáreas de sua zona de escrita de teste são usadas em direção à borda externa do meio. Por outro lado, uma (i-1)-ésima camada de armazenamento de informação é varrida com o feixe de laser em direção à borda externa do meio, mas as subáreas de sua zona de escrita de teste são usadas em direção à borda interna do meio.

Um dispositivo de leitura de informação de acordo com a presente invenção realiza uma operação de leitura em um meio de armazenamento de informação de acordo com qualquer uma das modalidades preferidas da presente invenção descritas acima. O meio de armazenamento de informação tem uma área de controle em pelo menos uma das n camadas de armazenamento de informação do mesmo. O dispositivo realiza pelo menos uma das etapas de: recuperação de uma informação sobre o meio de armazenamento de informação a partir da área de controle; e leitura de dados que foram escritos em qualquer uma das n camadas de armazenamento de informação com a potência de gravação que foi regulada com a zona de escrita de teste daquela camada.

Um dispositivo de escrita de informação de acordo com a pre-

sente invenção realiza uma operação de escrita em um meio de armazenamento de informação de acordo com qualquer uma das modalidades preferidas da presente invenção descritas acima. O dispositivo determina a potência de gravação do feixe de laser usando a zona de escrita de teste de uma das n camadas de armazenamento de informação, e escreve dados naquela camada pela irradiação do meio com o feixe de laser que teve sua potência de gravação determinada.

Um método de leitura de acordo com a presente invenção é projetado para a realização de uma operação de leitura em um meio de armazenamento de informação de acordo com qualquer uma das modalidades preferidas da presente invenção descritas acima. O meio de armazenamento de informação tem uma área de controle em pelo menos uma das n camadas de armazenamento de informação do mesmo. O método inclui pelo menos uma das etapas de: recuperação de uma informação sobre o meio de armazenamento de informação a partir da área de controle; e leitura de dados que foram escritos em qualquer uma das n camadas de armazenamento de informação com uma potência de gravação que foi regulada com a zona de escrita de teste daquela camada.

Um método de escrita de acordo com a presente invenção é projetado para a escrita de dados em um meio de armazenamento de informação de acordo com qualquer uma das modalidades preferidas da presente invenção descritas acima. O método compreende as etapas de: determinação da potência de gravação do feixe de laser usando a zona de escrita de teste de uma das n camadas de armazenamento de informação; e escrita de dados naquela camada pela irradiação do meio com o feixe de laser que teve sua potência de gravação determinada.

EFEITOS VANTAJOSOS DA INVENÇÃO

Um disco ótico de acordo com a presente invenção tem três ou mais camadas de armazenamento de informação, cada uma das quais tendo uma zona de escrita de teste. É por isto que, mesmo se aquelas camadas de armazenamento de informação forem irradiadas com um feixe de laser em intensidades mutuamente diferentes ou em ambientes térmicos respectiva-

mente diferentes, uma operação de escrita de teste ainda pode ser realizada na camada de armazenamento de informação-alvo, na qual uma operação de escrita está para ser realizada, usando-se sua zona de escrita de teste sob o ambiente de operação daquela camada. Consequentemente, a melhor potência de gravação pode ser determinada para cada uma daquelas camadas de armazenamento de informação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista em perspectiva explodida esquemática que ilustra a constituição de um meio de armazenamento de informação como uma primeira modalidade preferida específica da presente invenção.

A figura 2 é uma representação esquemática que ilustra um arranjo de zonas de escrita de teste para o meio de armazenamento de informação mostrado na figura 1.

A figura 3 é uma representação esquemática que ilustra o arranjo de zonas de escrita de teste em um meio de armazenamento de informação como um exemplo comparativo.

A figura 4(a) ilustra esquematicamente a estrutura de cada uma das camadas de armazenamento de informação do meio de armazenamento de informação mostrado na figura 1, e as figura 4(b) e 4(c) são representação esquemática, cada uma ilustrando uma direção na qual a zona de escrita de teste pode ser usada em cada uma das camadas de armazenamento de informação do meio de armazenamento de informação mostrado na figura 1.

As figuras 5(a) e 5(b) são representações esquemáticas, cada uma ilustrando um arranjo alternativo de zonas de escrita de teste para o meio de armazenamento de informação da primeira modalidade preferida.

A figura 6 é uma representação esquemática que ilustra um outro arranjo alternativo de zonas de escrita de teste para o meio de armazenamento de informação da primeira modalidade preferida.

A figura 7 é uma representação esquemática que ilustra como uma área deteriorada em uma camada de armazenamento de informação L2 afetará as outras camadas de armazenamento de informação L0 e L1.

A figura 8 é uma representação esquemática que ilustra um outro arranjo alternativo de zonas de escrita de teste para o meio de armazenamento de informação da primeira modalidade preferida.

A figura 9 é uma representação esquemática que ilustra um arranjo de zonas de escrita de teste para um meio de armazenamento de informação como uma segunda modalidade preferida da presente invenção.

A figura 10 é uma representação esquemática que ilustra um arranjo alternativo de zonas de escrita de teste para o meio de armazenamento de informação da segunda modalidade preferida.

A figura 11 é uma representação esquemática que ilustra um outro arranjo alternativo de zonas de escrita de teste para o meio de armazenamento de informação da segunda modalidade preferida.

A figura 12 é uma representação esquemática que ilustra um outro arranjo alternativo de zonas de escrita de teste para o meio de armazenamento de informação da segunda modalidade preferida.

A figura 13 é um diagrama de blocos de uma modalidade preferida de um dispositivo de escrita de informação de acordo com a presente invenção.

A figura 14 é uma representação esquemática que ilustra a estrutura de um meio de armazenamento de informação como uma quarta modalidade preferida da presente invenção.

A figura 15 é uma representação esquemática que ilustra a estrutura de um meio de armazenamento de informação de camada única.

A figura 16 é uma representação esquemática que ilustra a estrutura de um meio de armazenamento de informação de camada dupla.

A figura 17 é uma representação esquemática que ilustra a estrutura de um meio de armazenamento de informação de três camadas.

A figura 18 é uma representação esquemática que ilustra a estrutura de um meio de armazenamento de informação de quatro camadas.

A figura 19 é uma representação esquemática que ilustra a estrutura física de um meio de armazenamento de informação como uma quarta modalidade preferida da presente invenção.

As figuras 20(a) e 20(b) são representações esquemáticas, cada uma ilustrando um ponto de feixe de laser e marcas de gravação em uma trilha.

A figura 21 é uma representação esquemática que ilustra como uma série de marcas de gravação em uma trilha é irradiada com um feixe de laser.

A figura 22 é um gráfico que mostra como a OTF muda com a marca de gravação mais curta.

A figura 23 é um outro gráfico que mostra como a OTF muda com a marca de gravação mais curta.

DESCRIÇÃO DE MODALIDADES

MODALIDADE 1

A partir deste ponto, uma primeira modalidade preferida de um meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção será descrita com referência aos desenhos associados. Um meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção pode ser um de gravação único ou um regravável.

A figura 1 é uma vista em perspectiva explodida esquemática que ilustra a constituição de um meio de armazenamento de informação como uma primeira modalidade preferida especifica da presente invenção. Conforme mencionado acima, um meio de armazenamento de informação a partir de / no qual uma informação pode ser lida e/ou escrita de forma ótica é geralmente denominado um "disco ótico". Assim, o meio de armazenamento de informação da presente invenção também será referido como um "disco ótico". Conforme usado aqui, "informação" se refere a uma informação de caractere, uma informação de áudio, uma informação de imagem ou de vídeo, programas e vários outros tipos de informação que podem ser armazenados em um meio de armazenamento de informação. Qualquer um destes pedaços de informação é digitalizado e então escrito em um meio de armazenamento de informação ou processado por qualquer um de vários tipos de processadores de informação. Em geral, esse tipo de "informação" a ser processado por um computador é denominado "dado". É por isso que "infor-

mação" é sinônimo aqui de "dados". Nesta descrição, um destes termos, "informação" e "dados" será seletivamente usado de acordo com o uso geral ou convencional. Por exemplo, um disco ótico será referido aqui como um "meio de armazenamento de informação", mas a área para armazenamento de informação é uma "área de dados", de acordo com o uso geral.

Conforme mostrado na figura 1, o disco ótico 101 inclui um substrato 110, as camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2, as camadas espaçadoras 111 e 112, e uma camada de cobertura 113. As camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 são dispostas entre o substrato 110 de modo que a camada de armazenamento de informação L0 esteja localizada mais próxima do substrato 110 e a camada de armazenamento de informação L2 esteja localizada mais próxima da camada de cobertura 113. Conforme o feixe de laser 200 que foi modulado de modo a representar a informação para escrita irradia o disco através da camada de cobertura 113, as camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 são empilhadas nesta ordem, de modo que a camada de armazenamento de informação L0 esteja localizada mais distante da superfície da camada de cobertura 113 na qual o feixe de laser 200 é incidente. As camadas espaçadoras 111 e 112 são dispostas entre as camadas de armazenamento de informação L0 e L1 e entre as camadas de armazenamento de informação L1 e L2, respectivamente.

O substrato 110, as camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2, as camadas espaçadoras 111 e 112 e a camada de cobertura 113 são empilhados uns sobre os outros na ordem descrita acima e ligados em conjunto. E um orifício de grampo 114 foi cortado através do centro do disco ótico 101 com uma estrutura de camada múltipla como essa. O substrato 110, as camadas espaçadoras 111 e 112 e a camada de cobertura 113 podem ser feitos de uma resina de policarbonato, por exemplo.

Em cada uma das camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 são dispostas trilhas concêntricas ou em espiral nas quais dados são escritos. Também, cada uma destas camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 tem uma área de dados D0, D1 ou D2 e uma área de

entrada R0, R1 ou R2, a qual é disposta mais próxima da borda interna do disco do que a área de dados D0, D1 ou D2 está.

As áreas D0, D1 e D2 são áreas nas quais dados de usuário serão escritos. Se o disco ótico 101 for um disco de gravação única, a informação poderá ser escrita apenas uma vez em cada porção das áreas D0, D1 e D2 e nunca poderá ser reescrita. Se o disco ótico 101 for um regravável, contudo, a informação que foi escrita uma vez na área de dados D0, D1 ou D2 poderá ser reescrita com qualquer outro pedaço de informação após isso.

Cada uma das áreas de entrada R0, R1 e R2 tem pelo menos uma área de controle apenas de leitura (a qual também é denominada uma área de PIC (dados de informação e de controle permanentes) e uma zona de escrita de teste (a qual também é denominada uma área de OPC (controle de potência ótima) na qual uma informação pode ser escrita.

A zona de escrita de teste é usada para a regulagem da potência de gravação do feixe de laser na escrita de uma informação sobre a área de dados. Especificamente, a zona de escrita de teste é irradiada com um feixe de laser, o qual foi modulado de modo a representar uma informação predeterminada, enquanto se varia sua potência de gravação, desse modo se fazendo marcas de gravação nesta área. Após isso, aquelas marcas de gravação deixadas são irradiadas com um feixe de laser para a leitura da informação ali armazenada e a qualidade da informação lida é classificada, desse modo se determinando a melhor potência de gravação.

A zona de escrita de teste da área de entrada R0 é usada para a regulagem da potência de gravação do feixe de laser para escrita de uma informação na área de dados D0 da mesma camada de armazenamento de informação L0. Da mesma forma, as zonas de escrita de teste das áreas de entrada R1 e R2 são usadas para a regulagem da potência de gravação do feixe de laser para escrita de informação nas áreas de dados D1 e D2, respectivamente.

Na área de controle, são armazenadas uma informação de disco e uma informação sobre vários parâmetros de gravação, tal como a potência

do feixe de laser irradiando para escrita de dados de usuário como recomendado pelo fabricante do meio de armazenamento (disco ótico). Os melhores parâmetros de gravação para escrita de informação nas camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 mudam de uma camada para a outra. Nesta modalidade preferida, a área de controle de cada uma das áreas de entrada R0, R1 e R2 é suposta como armazenando não apenas uma informação sobre os parâmetros de gravação para escrita de informação na área de dados de sua própria camada de armazenamento de informação, mas também uma informação sobre os parâmetros de gravação para escrita de informação nas outras camadas de armazenamento de informação. Especificamente, na área de controle da área de entrada R0, é armazenada uma informação sobre os parâmetros de gravação para escrita de informação nas áreas D0, D1 e D2 de todas as três camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2. Da mesma forma, a área de controle de cada uma das outras áreas de entrada R1 e R2 também armazena uma informação sobre os parâmetros de gravação para escrita de informação nas áreas D0, D1 e D2 de todas as três camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2.

Assim, uma informação sobre os parâmetros de gravação para todas as três camadas de armazenamento de informação pode ser obtida a partir da área de controle de qualquer uma das três camadas de armazenamento de informação. É por isso que, se comparado com uma situação em que a área de controle de cada camada de armazenamento de informação armazena apenas uma informação sobre os parâmetros de gravação para aquela camada de armazenamento de informação, os dados de usuário podem começar a ser escritos em um tempo mais curto. Também, mesmo se uma camada de armazenamento de informação diferente do alvo tiver começado a ser varrida por erro devido a uma perturbação, por exemplo, uma informação sobre os parâmetros de gravação para a camada de armazenamento de informação alvo também pode ser obtida pela varredura da área de controle daquela camada de armazenamento de informação errada.

Os parâmetros de gravação nem sempre têm que ser armaze-

nados na área de controle conforme descrito acima. Alternativamente, a área de controle de cada camada de armazenamento de informação pode armazenar uma informação sobre os parâmetros de gravação para a realização da operação de escrita na área de dados daquela camada. Nesse caso, a quantidade de informação de parâmetro de gravação a ser armazenada em cada área de controle pode ser reduzida e, portanto, o tamanho da área de controle também pode ser reduzido. Como resultado, mesmo se houver um número aumentado de camadas de armazenamento de informação e se as zonas de escrita de teste daquelas camadas de armazenamento estiverem dispostas em localizações radiais mutuamente diferentes, conforme será descrito mais tarde, as áreas de controle ainda serão asseguradas mais facilmente.

Também, se o disco ótico 101 for de um tipo de gravação única, a área de controle de apenas uma das múltiplas camadas de armazenamento de informação do mesmo poderá armazenar uma informação sobre os parâmetros de gravação para escrita de informação na área de dados de cada outra camada de armazenamento de informação incluída naquele disco ótico 101. Nesse caso, a área de controle que armazena a informação de parâmetro de gravação sobre todas as camadas de armazenamento de informação pode ser disposta sobre a camada de armazenamento de informação que estiver localizada mais distante da superfície de luz incidente.

Se o disco ótico 101 for um disco de gravação única, uma informação sobre os parâmetros de gravação para escrita de informação nas áreas D0, D1 e D2 das camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 poderá ser armazenada apenas na área de controle da área de entrada R0 na camada de armazenamento de informação L0, por exemplo.

Mais ainda, nesse caso, a profundidade (ou a espessura) da camada de armazenamento de informação L0, conforme medido a partir da superfície da camada de cobertura 113 na qual o feixe de laser 200 é incidente (isto é, a superfície do disco 101) pode estar de acordo com a profundidade da única camada de armazenamento de informação de um disco ótico de camada única, conforme medido a partir da superfície de disco. Então,

o drive de disco ótico para a realização da operação de leitura / escrita em um disco ótico com uma única camada de armazenamento de informação também pode obter a informação de disco de qualquer uma das camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 do disco ótico 101. Quer dizer, um drive de disco ótico com uma configuração mais simples pode ser usado nesse caso.

Falando geralmente, quanto mais distante da superfície de disco ótico uma camada de armazenamento de informação estiver, mais significativamente o sinal lido a partir daquela camada se deteriorará devido a uma inclinação. É por isso que se um dado disco ótico tiver múltiplas camadas de armazenamento de informação, a profundidade de uma daquelas camadas de armazenamento de informação (isto é, a camada de referência) que estiver localizada no nível mais profundo a partir da superfície (isto é, mais próximo do substrato) de preferência é aproximadamente igual àquela da camada de armazenamento de informação única de um disco ótico de camada única. Nesse caso, se a área de cada uma das outras camadas de armazenamento de informação correspondendo à área de informação de disco daquela camada de armazenamento de informação mais próxima do substrato tiver a mesma estrutura de sulco que a área de dados, então, a transmitância do feixe de laser para aquela camada de armazenamento de informação mais próxima do substrato poderá ser a mesma em qualquer lugar no disco, independentemente da localização radial. Assim, o drive de disco ótico pode ter sua configuração simplificada, e outras camadas podem ser feitas facilmente, porque não há necessidade de provisão de qualquer meio de detecção especial para a recuperação da informação de disco a partir de uma camada de armazenamento de informação que esteja mais próxima do substrato.

A figura 2 é uma vista em seção transversal esquemática do disco ótico 101 e ilustra o arranjo de zonas de escrita de teste nas áreas de entrada R0, R1 e R2. Na figura 2, e em outros desenhos similares, as camadas espaçadoras 111 e 112 não são mostradas. O feixe de laser 200 é suposto como vindo a partir da estrutura mostrada na figura 2, e a borda exter-

na do disco está localizada no lado direito conforme indicado pela seta mostrada na figura 2.

Conforme mostrado na figura 2, as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 estão localizadas nas áreas de entrada R0, R1 e R2 das camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2, respectivamente. Estas zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 são dispostas em localizações radiais mutuamente diferentes, de modo a não se sobreporem a cada outra de forma alguma na direção na qual estas camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 são empilhadas umas sobre as outras (isto é, conforme visto na direção na qual o feixe de laser 200 vem).

Mais especificamente, no disco ótico 101, a extremidade periférica interna T0a da zona de escrita de teste T0 da segunda camada de armazenamento de informação mais interna L0 está localizada mais próxima da borda externa do disco do que a extremidade periférica interna T1b da zona de escrita de teste T1 da camada de armazenamento de informação mais interna L1, um espaço (ou intervalo) é deixado entre elas, de modo que as zonas de escrita de teste não se sobreponham umas às outras. Este espaço tem uma distância que é definida pela diferença entre as respectivas localizações radiais da extremidade periférica interna T0a e a da extremidade periférica interna T1b. Da mesma forma, a extremidade periférica interna T2a da zona de escrita de teste T2 da camada de armazenamento de informação mais externa L2 está localizada mais próxima da borda externa do disco do que a extremidade periférica interna T0b da zona de escrita de teste T0 da segunda camada de armazenamento de informação mais interna L0, e um espaço que é definido pela diferença entre as respectivas localizações radiais da extremidade periférica interna T2a e a extremidade periférica interna T0b é deixado entre elas.

Se as três camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 forem contadas a partir de uma que esteja localizada mais distante da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente, a zona de escrita de teste T2 da terceira camada de armazenamento de informação mais distante L2 estará localizada mais próxima da borda externa do disco do que a zona de

escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação mais distante L0 está. E a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 está localizada mais próxima daquela borda externa do que a zona de escrita de teste T1 da segunda camada de armazenamento de informação mais distante L1 está.

Em seguida, será descrito que efeito será obtido por um arranjo como esse das zonas de escrita de teste T0, T1 e T2. Suponha que as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 sejam dispostas na mesma localização radial conforme mostrado na figura 3 nas camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 diferentemente desta modalidade preferida. Quer dizer, suponha que as localizações radiais das respectivas extremidades periféricas internas T0a, T1a, T2a das zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 estão de acordo com cada outra, como o fazem aquelas de suas extremidades periféricas externas T0b, T1b, T2b e, portanto, as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 se sobrepõem inteiramente a cada outra. Nesse caso, se a zona de escrita de teste T1 da camada de armazenamento de informação L1 fosse destruída, então, a transmitância do feixe de laser através da zona de escrita de teste T1 diminuiria tão significativamente que o feixe de laser não poderia atingir a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0, a qual está localizada mais distante do feixe de laser do que a camada de armazenamento de informação L1. Como resultado, o drive de disco ótico não poderia acessar a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 enquanto tentasse realizar uma operação de escrita nela.

Também, mesmo se a zona de escrita de teste T1 da camada de armazenamento de informação L1 não estivesse destruída, mas tivesse sua transmitância variada significativamente como resultado de uma operação de escrita de teste que foi realizada com uma potência de irradiação demasiada sobre a zona de escrita de teste T1 na camada de armazenamento de informação L1, então, a intensidade do feixe de laser atingindo a camada de armazenamento de informação L0 mudaria, dependendo de se uma operação de escrita é realizada na zona de escrita de teste T1 ou não.

Da mesma forma, se a zona de escrita de teste T2 estivesse destruída ou se a transmitância do feixe de laser através da zona de escrita de teste T2 tivesse mudado significativamente, então, as outras zonas de escrita de teste T0 e T1 poderiam ser afetadas. Por essa razão, de acordo com o arranjo das zonas de escrita de teste mostrado na figura 3, a operação de escrita de teste não poderia ser realizada apropriadamente nas zonas de escrita de teste T0 e T1 das camadas de armazenamento de informação L0 e L1, e a potência de gravação não poderia ser determinada apropriadamente para as camadas de armazenamento de informação L0 e L1 tampouco.

Por outro lado, de acordo com o arranjo das zonas de escrita de teste desta modalidade preferida mostrado na figura 2, as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 são dispostas em localizações radiais mutuamente diferentes, e não se sobrepõem a cada outra de forma alguma na direção na qual as camadas de armazenamento de informação são empilhadas umas sobre as outras. É por isso que, mesmo se a zona de escrita de teste T1 da camada de armazenamento de informação L1 fosse destruída, o feixe de laser ainda poderia atingir a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 sem (ou pelo menos quase sem) ser afetado pela zona de escrita de teste T1 destruída. Consequentemente, a operação de escrita de teste poderia ser realizada exatamente conforme pretendido na zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0, e a potência de gravação ainda poderia ser determinada apropriadamente para a camada de armazenamento de informação L0. Da mesma forma, mesmo se a zona de escrita de teste T2 da camada de armazenamento de informação L2 fosse destruída, as potências de gravação ainda poderiam ser determinadas apropriadamente para as camadas de armazenamento de informação L0 e L1.

Também, pela mesma razão, mesmo se a transmitância do feixe de laser passando através de qualquer uma das zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 variasse, o feixe de laser ainda poderia atingir a zona de escrita de teste T0, T1, T2 de cada camada de armazenamento de informação L0,

L1, L2. Consequentemente, a operação de escrita de teste poderia ser realizada conforme pretendido na zona de escrita de teste T0, T1, T2 de cada camada de armazenamento de informação L0, L1, L2, e a potência de gravação ainda poderia ser determinada apropriadamente para toda camada de armazenamento de informação L0, L1, L2.

Em um disco ótico regravável que utiliza uma mudança de fase de uma camada de armazenamento de informação, mesmo se marcas de gravação amorfas e cristalinas tivessem transmitâncias mutuamente diferentes, a transmitância da camada de armazenamento de informação ainda poderia ser mantida não modificada pelo apagamento das marca de gravação após a potência de gravação ter sido determinada. Em um disco ótico de gravação única, no qual uma operação de escrita pode ser realizada apenas uma vez, o filme de gravação de sua camada de armazenamento de informação tem propriedades irreversíveis. É por isso que o arranjo de zonas de escrita de teste de acordo com esta modalidade preferida pode ser usado de forma particularmente efetiva em um disco ótico de gravação única, dentre outras coisas.

Em seguida, será descrito em quais direções as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 são usadas. Conforme indicado pelas setas na figura 2, as trilhas são dispostas sobre as camadas de armazenamento de informação L0 e L2 para fora (isto é, a partir de alguma localização radial interna no disco em direção à borda externa do mesmo). Na camada de armazenamento de informação L1, por outro lado, as trilhas são dispostas de modo que o feixe de laser varra a camada de armazenamento de informação L1 para dentro (isto é, a partir de alguma localização radial externa no disco em direção à borda interna do mesmo). Por exemplo, se as trilhas forem dispostas em forma de espiral, a direção na qual essas trilhas são dispostas em forma de espiral sobre as camadas de armazenamento de informação L0 e L2 será oposta àquela na qual as trilhas são dispostas em espiral sobre a camada de armazenamento de informação L1. É por isto que na leitura ou na escrita de uma informação a partir de / sobre as camadas de armazenamento de informação L0 e L1 continuamente, tão logo a última sessão de uma operação

de leitura / escrita sobre a camada de armazenamento de informação L0 seja feita na porção mais externa da área de dados D0, a primeira sessão de uma operação de leitura / escrita na camada de armazenamento de informação L1 pode ser começada a partir da porção mais externa da área de dados D1 com o ponto de feixe de laser fixado na mesma localização radial. Da mesma forma, tão logo a última sessão de uma operação de leitura / escrita na camada de armazenamento de informação L1 seja feita na porção mais interna da área de dados D1, a primeira sessão de uma operação de leitura / escrita na camada de armazenamento de informação L2 pode ser começada a partir da porção mais interna da área de dados D2 com o ponto de feixe de laser fixado na mesma localização radial. Assim, uma informação pode ser lida ou escrita sem se fazer o ponto de feixe de laser saltar todo o caminho em direção à localização mais interna ou mais externa no disco ótico 101 toda vez em que as camadas-alvo precisarem ser mudadas para a próxima camada de armazenamento de informação. Não obstante, se as exigências a serem descritas mais tarde forem satisfeitas, o ponto de feixe de laser nem sempre terá que ir nessas direções nas respectivas camadas.

A propósito, as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 são preferencialmente usadas em direções opostas àquelas nas quais o ponto de feixe de laser vai sobre as respectivas camadas de armazenamento de informação. A partir deste ponto, será descrito exatamente em quais direções as zonas de escrita de teste são usadas.

Conforme descrito acima, a zona de escrita de teste disposta em cada uma destas camadas de armazenamento de informação é provida para a determinação da potência de irradiação de um feixe de laser para escrita de dados na área de dados daquela camada pela realização de uma operação de escrita de teste naquela área. Por exemplo, dados de teste podem ser escritos na zona de escrita de teste um número de vezes com a potência de irradiação aumentada em 1 mW a cada vez, e, então, os dados de teste escritos podem ser lidos para a determinação de qual potência de irradiação deve ser adotada para a obtenção dos melhores índices de sinal de leitura, tal como taxa de erro e instabilidade.

Na escrita de dados de teste, a potência de irradiação pode ser regulada, por uma referência à área de controle, próxima de uma potência de irradiação recomendada que é armazenada na área de controle. Contudo, se a potência de irradiação real fosse ligeiramente diferente da regulagem de potência devido a uma variação na sensibilidade do dado disco ótico ao feixe de laser ou no desempenho do cabeçote ótico de um drive de disco ótico que realiza a operação de escrita no disco ótico, então, um desvio esperado como esse poderia ser levado em consideração. Por exemplo, os dados de teste podem ser escritos com a potência de irradiação variada em um incremento de 5% em uma faixa de potência que cubra $\pm$ 20% em torno da potência recomendada.

Também, ao invés de adotar a potência de irradiação que otimize os índices de sinal de leitura, um valor de referência pode ser regulado com respeito à taxa de erro ou à instabilidade, e a potência de gravação para escrita de dados de usuário pode ser definida como sendo um valor de potência que está localizado aproximadamente no centro de uma faixa de potência de irradiação que é igual a ou menor do que o valor de referência. Nesse caso, mesmo se a potência de irradiação real se desviasse significativamente da regulagem de potência devido a uma variação na temperatura da fonte de luz que emite o feixe de laser quando dados de usuário estivessem sendo escritos, os dados de usuário ainda poderiam ser escritos com qualidade, desde que a potência de irradiação caísse em uma faixa na qual a variação fosse igual a ou menor do que um valor de referência. Mais ainda, mesmo se o disco ótico estivesse um pouco empenado, os dados de usuário ainda poderiam ser escritos de forma acurada, desde que a potência de irradiação caísse em uma faixa na qual a variação na potência de gravação fosse igual a ou menor do que um valor de referência.

Não obstante, de acordo com uma técnica como essa para a determinação da potência de gravação, a potência de irradiação deve ser variada significativamente na zona de escrita de teste. É por isso que a zona de escrita de teste na qual dados podem ser escritos com alta potência possivelmente poderia se deteriorar.

Em um disco ótico regravável, uma operação de escrita de teste pode ser realizada na mesma área um número de vezes, a menos que a zona de escrita de teste se deteriore como resultado da operação de escrita de teste. É por isto que não há necessidade de impor qualquer restrição quanto a como usar a zona de escrita de teste. Quanto ao disco ótico de gravação única no qual dados podem ser escritos apenas uma vez, contudo, as zonas de escrita de teste não gravadas do mesmo de preferência são usadas sequencialmente a partir de qualquer extremidade, ao invés de aleatoriamente, porque os dados de teste precisam ser escritos com a potência de irradiação variada quando a potência de gravação dever ser determinada conforme descrito acima. Também, mesmo em um disco ótico regravável, se o desempenho de escrita variasse conforme a operação de escrita fosse repetidamente ali realizada um número crescente de vezes, as zonas de escrita de teste do mesmo também seriam preferencialmente usadas de forma sequencial a partir de qualquer extremidade, exatamente como um disco ótico de gravação única.

A figura 4(a) ilustra uma camada arbitrária Ln (onde n é 0, 1 ou 2) das camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 do disco ótico 101. Conforme descrito acima, a camada de armazenamento de informação Ln tem uma área de entrada Rn, na qual há uma zona de escrita de teste Tn. A cada uma das zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 são dados endereços e cada uma é constituída por subáreas denominadas "agrupamentos", os quais têm um número predeterminado de endereços consecutivos. As figura 4(b) e 4(c) ilustram esquematicamente as subáreas t1, t2, t3, t4, t5 e assim por diante da zona de escrita de teste Tn. Por exemplo, uma destas subáreas pode ser usada toda vez em que uma operação de escrita de teste for feita, conforme descrito acima. A zona de escrita de teste T0, T1, T2 de cada uma das três camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 consiste no mesmo número de subáreas (ou agrupamentos) que a zona de escrita de teste T0, T1, T2 de qualquer outra camada de armazenamento de informação L0, L1, L2. Quer dizer, as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 têm o mesmo tamanho.

Conforme mostrado na figura 2, o feixe de laser varre a camada de armazenamento de informação L0 para fora (isto é, a partir de alguma localização radial interna em direção à borda externa do disco). É por isso que a zona de escrita de teste T0 da mesma tem as subáreas t1, t2, t3, t4, t5 e assim por diante, às quais endereços são atribuídos na direção de varredura do feixe de laser, conforme indicado pelas setas na figura 4(b). Nesse caso, aquelas subáreas t1, t2, t3, t4, t5 e assim por diante são sequencialmente usadas para dentro. Quer dizer, a subárea mais interna das subáreas não gravadas t1, t2, t3, t4, t5 e assim por diante é usada primeiramente, a segunda mais externa em seguida, e assim por diante. No exemplo ilustrado na figura 4(b), as subáreas são usadas na ordem de t5, t4, t3, t2 e t1. Não obstante, em cada uma daquelas subáreas, uma operação de escrita de teste ainda é realizada na direção de varredura de feixe de laser indicada pelas setas. Da mesma forma, o feixe de laser também varre a camada de armazenamento de informação L2 para fora, e, portanto, suas subáreas t1, t2, t3, t4, t5 e assim por diante são usadas para dentro na ordem de t5, t4, t3, t2 e t1.

Por outro lado, o feixe de laser varre a camada de armazenamento de informação L1 para dentro (isto é, a partir de alguma localização radial externa em direção à borda interna do disco). É por isso que a zona de escrita de teste T1 da mesma tem as subáreas t1, t2, t3, t4, t5 e assim por diante às quais endereços são atribuídos na direção de varredura do feixe de laser, conforme indicado pelas setas na figura 4(c). Nesse caso, aquelas subáreas t1, t2, t3, t4, t5 e assim por diante são sequencialmente usadas para fora. Quer dizer, a subárea mais interna das subáreas não gravadas t1, t2, t3, t4, t5 e assim por diante é usada primeiramente, a segunda mais interna em seguida, e assim por diante. No exemplo ilustrado na figura 4(c), as subáreas são usadas na ordem de t5, t4, t3, t2 e t1.

Desta maneira, as subáreas de cada zona de escrita de teste são usadas na direção oposta à direção de varredura de feixe de laser (isto é, a direção na qual o ponto de feixe de laser segue). Assim, mesmo se qualquer subárea da zona de escrita de teste fosse destruída com uma po-

tência de irradiação intensa demais durante uma operação de escrita de teste para se tornar difícil que o ponto de feixe de laser seguisse a trilha ali contida, a área em que a operação de escrita de teste deve ser realizada ainda poderia ser alcançada sem a passagem pela subárea destruída, porque a zona de escrita de teste é usada na direção oposta ao curso de ponto de feixe de laser. Por exemplo, mesmo se a subárea t5 da zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 tivesse sido destruída com uma potência de irradiação intensa durante a última operação de escrita de teste, os endereços das zonas de escrita de teste não gravadas remanescentes t1, t2, t3 e t4 ainda poderiam ser detectadas sequencialmente, e a subárea não usada mais externa t4 poderá ser detectada, durante a próxima operação de escrita de teste.

Também, conforme pode ser visto a partir da figura 2, quando as zonas de escrita de teste das respectivas camadas de armazenamento de informação são usadas, qualquer par de zonas de escrita de teste adjacentes é usado a partir de suas extremidades mais distantes em direções mutuamente opostas. Por exemplo, a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 começa a ser usada a partir de uma subárea em suma extremidade periférica interna T0b, enquanto a zona de escrita de teste T1 da camada de armazenamento de informação L1 começa a ser usada a partir de uma subárea em sua extremidade periférica interna T1a. É por isso que quando a operação de escrita de teste tiver sido realizada, ainda um número relativamente pequeno de vezes, a potência de gravação pode ser determinada com a influência das outras camadas mais reduzida.

Conforme descrito acima, um disco ótico de acordo com esta modalidade preferida tem três ou mais camadas de armazenamento de informação, cada uma das quais tendo uma zona de escrita de teste. É por isso que, mesmo se aquelas camadas de armazenamento de informação que fossem empilhadas umas sobre as outras fossem irradiadas com um feixe de laser em intensidades mutuamente diferentes ou em ambientes térmicos respectivamente diferentes, uma operação de escrita de teste ainda

poderia ser realizada na camada de armazenamento de informação-alvo, na qual uma operação de escrita está para ser realizada, usando-se sua zona de escrita de teste sob o ambiente de operação daquela camada. Consequentemente, a melhor potência de gravação pode ser determinada para cada uma daquelas camadas de armazenamento de informação.

Além disso, aquelas camadas de armazenamento de informação são dispostas em localizações radiais mutuamente diferentes, de modo a não se sobreporem a cada outra na direção de empilhamento. Por essa razão, a operação de escrita de teste pode ser realizada exatamente como pretendido em cada camada de armazenamento de informação sem ser afetada pelo status de escrita na zona de escrita de teste de qualquer outra camada de armazenamento de informação ou pelo menos com essa influência minimizada. Como resultado, a potência de gravação pode ser determinada apropriadamente para cada camada de armazenamento de informação.

Ainda mais, em uma situação em que a zona de escrita de teste de cada camada de armazenamento de informação é usada na direção oposta ao feixe de laser que está varrendo a camada de armazenamento de informação agora, mesmo se qualquer parte da zona de escrita de teste fosse destruída com uma potência de irradiação intensa, o restante da zona de escrita de teste ainda poderia ser usado apropriadamente. No topo disso, a potência de gravação também pode ser determinada apropriadamente para cada camada de armazenamento de informação, sem ser afetada por qualquer outra camada.

A partir deste ponto, um arranjo mais preferido das zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 será descrito, com referência à figura 2.

De modo geral, quando a camada de armazenamento de informação L0 precisa ser irradiada com um feixe de laser, o feixe de laser deve passar através das camadas de armazenamento de informação L1 e L2. E para a irradiação da camada de armazenamento de informação L1 com um feixe de laser, o feixe de laser também deve passar através da camada de armazenamento de informação L2. É por isso que a camada de armazenamento de informação L2 precisa ter a transmitância mais alta com respeito a

um feixe de laser, e as transmitâncias das outras camadas de armazenamento de informação L1 e L0 diminuirá nesta ordem.

Para o projeto eficientemente de camadas de armazenamento de informação, se um disco ótico com duas camadas de armazenamento de informação já tivesse sido desenvolvido, é preferido que aquelas duas camadas de armazenamento de informação disponíveis fossem usadas como as camadas de armazenamento de informação L0 e L1 e que apenas uma camada de armazenamento de informação com uma transmitância mais alta fosse desenvolvida de novo como a camada de armazenamento de informação L2.

Contudo, a camada de armazenamento de informação L2 deve ter uma transmitância alta e, portanto, pode ser projetada de forma muito menos flexível. Como resultado, o desempenho de escrita da camada de armazenamento de informação L2 se deterioraria mais facilmente devido a uma ligeira variação em uma condição de escrita, tal com a potência de gravação, se comparada com as camadas de armazenamento de informação L0 e L1. A mesma declaração também se aplica às camadas de armazenamento de informação L1 e L0. Quer dizer, em geral, quanto mais alta a transmitância de uma dada camada de armazenamento de informação, de forma menos flexível aquela camada poderá ser projetada e mais facilmente seu desempenho de escrita se deteriorará, devido mesmo a uma ligeira variação em uma condição de escrita tal como a potência de gravação.

Por exemplo, se a camada de armazenamento de informação L2 for irradiada com um feixe de laser, parte do feixe de laser será transmitida através da camada de armazenamento de informação L2 e, então, refletida de volta a partir da camada de armazenamento de informação L1 em direção à camada de armazenamento de informação L2. Nesse caso, se a zona de escrita de teste T1 da camada de armazenamento de informação L1 estivesse destruída ou deteriorada, a reflectância da zona de escrita de teste T1 variaria significativamente. Portanto, a intensidade do feixe de laser variaria devido à luz refletida de volta a partir da zona de escrita de teste T1 em direção à camada de armazenamento de informação L2 e luz errante. É por isso

que se as zonas de escrita de teste T1 e T2 fossem dispostas próximas uma da outra, então, a variação na intensidade do feixe de laser refletido de volta a partir da zona de escrita de teste T1 em direção à camada de armazenamento de informação L2 seria sobreposta como ruído no feixe de laser refletido a partir da zona de escrita de teste T1. Como resultado, uma operação de escrita de teste não poderia ser realizada apropriadamente na zona de escrita de teste T2 e a potência de gravação não poderia ser determinada apropriadamente para a camada de armazenamento de informação L2.

Tendo em vista esta consideração, no disco ótico 101 desta modalidade preferida, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes que estejam localizadas mais próximas da superfície de feixe de laser incidente preferencialmente é mais largo do que o espaço entre duas camadas de armazenamento de informação adjacentes que estivessem localizadas mais distantes da superfície de feixe de laser incidente. Especificamente, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T2 e T1 de duas camadas de armazenamento de informação L2 e L1 (isto é, o intervalo entre T2a e T1b) que estão localizadas mais próximas da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente preferencialmente é mais largo do que o espaço entre as zonas de escrita de teste T1 e T0 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L1 e L0 (isto é, o intervalo entre T0a e T1b) que estão localizadas mais distantes da superfície de feixe de laser incidente.

Especificamente, se as camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 forem contadas a partir daquela que está localizada mais distante da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente, a diferença de localização radial (T2a-T1b) entre a extremidade periférica interna T1b da zona interna T1 das zonas de escrita de teste T1 e T2 das segunda e terceira camadas de armazenamento de informação mais distantes L1 e L2 e a extremidade periférica interna T2a da outra zona de escrita de teste externa T2 preferencialmente é maior do que a diferença de localização radial (T0a-T1b) entre a extremidade periférica interna T1b da zona interna T1 das zonas de escrita de teste T0 e T1 das camadas de armazenamento de infor-

mação mais distante e segunda mais distante L0 e L1 e a extremidade periférica interna T0a da outra zona de escrita de teste T0.

De acordo com um arranjo como esse de zonas de escrita de teste, um espaço mais largo é deixado entre um par de camadas de armazenamento de informação que seria afeitado mais significativamente pela luz refletida a partir de uma camada de armazenamento de informação adjacente, assim se reduzindo a influência da luz refletida a partir de uma camada de armazenamento de informação adjacente. Como resultado, uma operação de escrita de teste pode ser realizada apropriadamente na zona de escrita de teste de cada camada de armazenamento de informação e a potência de gravação pode ser determinada apropriadamente para a camada de armazenamento de informação. Além disso, um espaço mais estreito é deixado entre um par de camadas de armazenamento de informação que seriam afetadas menos significativamente pela luz refletida a partir de uma camada de armazenamento de informação adjacente. Então, o espaço entre as camadas de armazenamento de informação não necessariamente será largo e as áreas de entrada poderão ser usadas mais efetivamente. Acima disso, como não há necessidade de expansão da área de entrada, uma área de dados suficientemente larga poderá ser assegurada da mesma forma.

Opcionalmente, em uma situação em que o espaço entre as zonas de escrita de teste de cada par de camadas de armazenamento de informação adjacentes é definido conforme descrito acima, as zonas de escrita de teste T0 e T1 das camadas de armazenamento de informação L0 e L1 podem ser dispostas nas mesmas localizações que as contrapartes das duas camadas de armazenamento de informação de um disco ótico de camada dupla convencional. Nesse caso, mesmo um drive de disco ótico convencional também pode realizar uma operação de teste de escrita nas zonas de escrita de teste T0 e T1 do disco ótico 101 desta modalidade preferida apenas pela realização de uma mudança relativamente simples na sequência.

Um arranjo como esse de zonas de escrita de teste pode ser usado efetivamente em um disco ótico de gravação única no qual os dados de usuário podem ser escritos apenas uma vez. Contudo, mesmo se um arranjo

como esse de zonas de escrita de teste fosse adotado para um disco ótico regravável com pelo menos três camadas de armazenamento de informação, nas quais dados podem ser escritos de forma ótica, a potência de gravação também poderá ser determinada apropriadamente para cada camada de armazenamento de informação, sem ser afetada por qualquer camada de armazenamento de informação adjacente.

Especificamente, quanto a um disco ótico regravável, as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 das camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 podem ser dispostas conforme mostrado nas figuras 5(a) e 5(b).

O arranjo das zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 no disco ótico 102 mostrado na figura 5(a) é o mesmo que aquele mostrado na figura 2. Quanto a um disco ótico regravável, contudo, as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 podem ser usadas em qualquer direção. Isto é porque em um disco ótico regravável a transmitância da zona de escrita de teste T0 pode não ser modificada se as marcas de gravação deixadas pela realização de uma operação de escrita de teste forem apagadas. Também, em um disco ótico regravável, quaisquer subáreas arbitrárias das zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 podem ser acessadas randomicamente.

Alternativamente, em um disco ótico regravável, as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 também podem ser dispostas como no disco ótico 102' mostrado na figura 5(b). Nesse caso, a zona de escrita de teste T2 da camada de armazenamento de informação L2 é disposta mais próxima da borda interna do disco, enquanto a zona de escrita de teste T1 da camada de armazenamento de informação L1 é disposta mais próxima da borda externa do mesmo. E a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 é disposta mais próxima da borda externa do que a zona de escrita de teste T2 da camada de armazenamento de informação L2 está, mas mais próxima da borda interna do que a zona de escrita de teste T1 da camada de armazenamento de informação L1 está.

Especificamente, se as camadas de armazenamento de informação forem contadas a partir daquela que está localizada mais distante da

superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente, a diferença de localização radial (T1a-T2b) entre a extremidade periférica interna T2b da zona interna T2 das zonas de escrita de teste T1 e T2 das camadas de armazenamento de informação segunda e terceira mais distantes L1 e L2 e a extremidade periférica interna T1a da outra zona de escrita de teste externa T1 preferencialmente for maior do que a diferença de localização radial (T1a-T0b) entre a extremidade periférica interna T0b da zona interna T0 das zonas de escrita de teste T0 e T1 das camadas de armazenamento de informação mais distante e segunda mais distante L0 e L1 e a extremidade periférica interna T1a da zona de escrita de teste externa T1 da mesma.

Na modalidade preferida descrita acima, as três zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 são dispostas em localizações radiais diferentes, de modo a não se sobreporem a cada outra. Contudo, se a luz refletida a partir da camada de armazenamento de informação L1 afetar um pouco a camada de armazenamento de informação L2 e se a luz transmitida através da camada de armazenamento de informação L2 afetar um pouco a camada de armazenamento de informação L1, então, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T0 e T2 das camadas de armazenamento de informação L0 e L2 no disco ótico 103 mostrado na figura 6 poderá se mais estreito do que no arranjo das zonas de escrita de teste mostrado na figura 2.

Especificamente, a figura 6 ilustra um arranjo de zonas de escrita de teste em uma situação em que há um espaço radial mais estreito (isto é, zero) entre as zonas de escrita de teste T0 e T2. Assim, as extremidades periféricas interna e externa T2a e T2b da zona de escrita de teste T2 estão perfeitamente alinhadas com as extremidades periféricas interna e externa T0a e T0b da zona de escrita de teste T0, e as zonas de escrita de teste T2 e T0 se sobrepõem inteiramente a cada outra. Contudo, a zona de escrita de teste T2 também pode se sobrepor apenas parcialmente à zona de escrita de teste T0.

Quer dizer, a zona de escrita de teste da camada de armazenamento de informação que está localizada mais próxima da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente pode ser disposta na vizinhança daquela da

camada de armazenamento de informação que está localizada mais distante da superfície de feixe de laser incidente. Especificamente, se as três camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 forem contadas a partir daquela que está localizada mais distante da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente, a diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna T1a da zona interna T1 das zonas de escrita de teste T0 e T1 das camadas de armazenamento de informação mais distante e segunda mais distante L0 e L1 e a extremidade periférica interna T0b da outra zona de escrita de teste T0 será preferencialmente maior do que a diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna T0a da zona interna T0 das zonas de escrita de teste T0 e T2 das camadas de armazenamento de informação mais distante e terceira mais distante L0 e L2 e a extremidade periférica externa T2b da outra zona de escrita de teste externa T2.

A figura 7 é uma representação esquemática que ilustra como uma área deteriorada da camada de armazenamento de informação L2 afetaria as outras camadas de armazenamento de informação L0 e L1. Suponha que as subáreas incluídas na zona de escrita de teste T2 da camada de armazenamento de informação L2 tivessem sido destruídas devido a uma potência de irradiação intensa para a formação das áreas deterioradas 130 e 131. Embora as áreas deterioradas 130 e 131 tenham o mesmo tamanho, a relação da área deteriorada 131 para o ponto de feixe de laser 200' deixado na camada de armazenamento de informação L2 antes de ser focalizado sobre a camada de armazenamento de informação L0 é menor do que aquela da área deteriorada 130 para o ponto do feixe de laser 200 deixado na camada de armazenamento de informação L2 antes de ser focalizado sobre a camada de armazenamento de informação L1. É por isso que, se as subáreas incluídas na zona de escrita de teste T2 tiverem sido destruídas, a camada de armazenamento de informação L0 será afetada até um grau menor do que a camada de armazenamento de informação L1. Por essa razão, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T0 e T2 das camadas de armazenamento de informação L0 e L2 pode ser mais estreito como no arranjo das zonas de escrita de teste mostrado na figura 6. Como resultado,

com a influência de uma outra camada de armazenamento de informação sobre a zona de escrita de teste minimizada, uma operação de escrita de teste pode ser realizada apropriadamente em cada zona de escrita de teste e a potência de gravação pode ser determinada apropriadamente para cada camada de armazenamento de informação. Além disso, a área de entrada pode ser reduzida e uma área de dados suficientemente larga pode ser assegurada.

Na modalidade preferida mostrada na figura 2, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T1 e T2 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L1 e L2 (isto é, o intervalo entre T2a e T1b) que estão localizadas mais próximas da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente é definido para ser mais largo do que o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T0 e T1 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L0 e L1 (isto é, o intervalo entre T0a e T1b) que estão localizadas mais distantes da superfície de feixe de laser incidente. Contudo, se houver um espaço mais estreito na direção de espessura entre as camadas de armazenamento de informação L0 e L1 do que entre as camadas de armazenamento de informação L1 e L2 (isto é, se a camada espaçadora 111 for menos espessa do que a camada espaçadora 112, conforme mostrado na figura 1), então, a influência seria mais significativa entre as camadas de armazenamento de informação L0 e L1 do que entre as camadas de armazenamento de informação L1 e L2. Nesse caso, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T1 e T2 das camadas de armazenamento de informação L1 e L2 que estão localizadas mais próximas da superfície incidente pode ser mais estreito do que o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T0 e T1 das camadas de armazenamento de informação L0 e L1 que estão localizadas mais distantes da superfície incidente como no disco ótico 104 mostrado na figura 8.

Particularmente se o espaço radial (ou intervalo) entre as zonas de escrita de teste T1 e T2 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L1 e L2 que estão localizadas mais próximas da superfície de feixe de laser incidente for reduzido para um limite para se tornar a

área de entrada tão pequena quanto possível, então, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T0 e T1 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L0 e L1 que estão localizadas mais distantes da superfície de feixe de laser incidente preferencialmente será maior do que o espaço radial (intervalo) entre as zonas de escrita de teste T1 e T2 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L1 e L2 que estão localizadas mais próximas da superfície de feixe de laser incidente como nesta modalidade preferida. Então, a potência de gravação pode ser determinada apropriadamente com a influência da luz refletida a partir da camada de armazenamento de informação L1 reduzida.

Na modalidade preferida descrita acima, o disco ótico 101 é suposto como tendo três camadas de armazenamento de informação. Contudo, a presente invenção também é aplicável a um disco ótico com quatro ou mais camadas de armazenamento de informação. Nesse caso, dentre aquelas quatro ou mais camadas de armazenamento de informação L0, L1, L2, etc., a camada de armazenamento de informação que está localizada mais distante da superfície de feixe de laser incidente preferencialmente é a camada L0, a camada de armazenamento de informação adjacente à camada L0 é a camada L1, e assim por diante.

MODALIDADE 2

A partir deste ponto, uma segunda modalidade preferida de um meio de armazenamento de informação de acordo com a presente invenção será descrita, com referência aos desenhos associados. O meio de armazenamento de informação desta modalidade preferida também é de um tipo de gravação única ou de um tipo regravável. O disco ótico da segunda modalidade preferida ainda inclui uma camada de armazenamento de informação adicional L3, isto é, tem quatro camadas de armazenamento de informação no total, diferentemente do disco ótico 101 da primeira modalidade preferida descrita acima. Quer dizer, na estrutura do disco ótico 101 mostrada na figura 1, a camada de armazenamento de informação L3 é adicionada entre a camada de armazenamento de informação L2 e a camada de cobertura 113 e uma outra camada espaçadora é inserida entre as camadas de armaze-

namento de informação L3 e L2.

A figura 9 é uma vista em seção transversal esquemática de um disco ótico 105 como uma segunda modalidade preferida da presente invenção. Nenhuma camada espaçadora é mostrada como na figura 2. Conforme mostrado na figura 9, uma área de entrada R3 é disposta em uma porção interna da camada de armazenamento de informação L3 que foi adicionada à estrutura do disco ótico 101, e há uma zona de escrita de teste T3 na área de entrada R3.

Conforme mostrado na figura 9, as zonas de escrita de teste T0, T1, T2, T3 estão localizadas nas áreas de entrada R0, R1, R2 e R3 das camadas de armazenamento de informação L0, L1, L2 e L3, respectivamente. Estas zonas de escrita de teste T0, T1, T2 e T3 são dispostas em localizações radiais mutuamente diferentes, de modo a não se sobreporem umas às outras de forma alguma na direção na qual estas camadas de armazenamento de informação L0, L1, L2 e L3 são empilhadas umas sobre as outras (isto é, conforme visto na direção na qual o feixe de laser 200 vem).

Mais especificamente, no disco ótico 105, a extremidade periférica interna T1a da zona de escrita de teste T1 da segunda camada de armazenamento de informação mais interna L1 está localizada mais próxima da borda externa do disco do que a extremidade periférica externa T3b da zona de escrita de teste T3 da camada de armazenamento de informação mais interna L3, e um espaço (ou intervalo) é deixado entre elas, de modo que as zonas de escrita de teste não se sobreponham a cada outra. Este espaço tem uma distância que é definida pela diferença entre as respectivas localizações radiais da extremidade periférica interna T1a e a extremidade periférica externa T3b.

Da mesma forma a extremidade periférica interna T0a da zona de escrita de teste T0 da terceira camada de armazenamento de informação mais interna L0 está localizada mais próxima da borda externa do disco do que a extremidade periférica externa T1b da zona de escrita de teste T1 da segunda camada de armazenamento de informação mais interna L1, e um espaço que é definido pela diferença entre as respectivas localizações radi-

ais da extremidade periférica interna T0a e da extremidade periférica externa T1b é deixado entre elas.

Também, a extremidade periférica interna T2a da zona de escrita de teste T2 da camada de armazenamento de informação mais externa L2 está localizado mais próximo da borda externa do disco do que a extremidade periférica externa T0b da zona de escrita de teste T0 da terceira camada de armazenamento de informação mais interna L0, e um espaço que é definido pela diferença entre as respectivas localizações radiais da extremidade periférica interna T2a e da extremidade periférica externa T0b é deixado entre elas.

Se as quatro camadas de armazenamento de informação L0, L1, L2 e L3 forem contadas a partir daquela que está localizada mais distante da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente, a zona de escrita de teste T2 da terceira camada de armazenamento de informação mais distante L2 estará localizada mais próxima da borda externa do disco do que a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação mais distante L0 estará. E a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 está localizada mais próxima daquela borda externa do que a zona de escrita de teste T1 da segunda camada de armazenamento de informação mais distante L1 está.

Também, a zona de escrita de teste T2 da camada de armazenamento de informação L2 está localizada mais próxima da borda externa do disco do que a zona de escrita de teste da camada de armazenamento de informação L1 está. E a zona de escrita de teste T1 da camada de armazenamento de informação L1 está localizada mais próxima da borda externa do que a zona de escrita de teste T3 da camada de armazenamento de informação quarta mais distante L3 está.

Mais ainda, a zona de escrita de teste T2 da terceira camada de armazenamento de informação mais distante L2 está localizada mais próxima da borda externa do disco do que a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 está. E a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 está localizada mais

próxima da borda externa do que a zona de escrita de teste T3 da camada de armazenamento de informação L3 está.

Como na primeira modalidade preferida descrita acima, de acordo com o arranjo das zonas de escrita de teste desta modalidade preferida mostrada na figura 9, as zonas de escrita de teste T0, T1, T2 e T3 são dispostas em localizações radiais mutuamente diferentes, e não se sobrepõem a cada outra de forma alguma na direção na qual as camadas de armazenamento de informação são empilhadas umas sobre as outras. É por isso que mesmo se a zona de escrita de teste T1 da camada de armazenamento de informação L1 fosse destruída, o feixe de laser ainda poderia alcançar a zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 sem (ou pelo menos quase sem) ser afetada pela zona de escrita de teste T1 destruída. Consequentemente, uma operação de escrita de teste poderia ser realizada exatamente conforme pretendido na zona de escrita de teste T0 da camada de armazenamento de informação L0 e a potência de gravação ainda poderia ser determinada apropriadamente para a camada de armazenamento de informação L0. Da mesma forma, mesmo se a zona de escrita de teste T2 ou T3 da camada de armazenamento de informação L2 ou L3 fosse destruída, as potências de gravação ainda poderiam ser determinadas apropriadamente para as camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2.

Também, pela mesma razão, mesmo se a transmitância do feixe de laser passando através de qualquer uma das zonas de escrita de teste T0, T1, T2 e T3 variasse, o feixe de laser ainda poderia atingir a zona de escrita de teste T0, T1, T2, T3 de cada camada de armazenamento de informação L0, L1, L2, L3. Consequentemente, uma operação de escrita de teste poderia ser realizada exatamente conforme pretendido na zona de escrita de teste T0, T1, T2, T3 de cada camada de armazenamento de informação L0, L1, L2, L3, e a potência de transmissão ainda poderia ser determinada apropriadamente para toda camada de armazenamento de informação L0, L1, L2, L3.

Em seguida, será descrito em quais direções as zonas de escrita

de teste T0, T1, T2 e T3 são usadas. Conforme indicado pelas setas na figura 9, as trilhas são dispostas nas camadas de armazenamento de informação L0 e L2, de modo que o feixe de laser varra as camadas de armazenamento de informação L0 e L2 para fora (isto é, a partir de alguma localização radial interna no disco em direção à borda externa do mesmo). Nas camadas de armazenamento de informação L1 e L3, por outro lado, as trilhas são dispostas de modo que o feixe de laser varra as camadas de armazenamento de informação L1 e L3 para dentro (isto é, a partir de alguma localização radial externa no disco em direção à borda interna do mesmo). Assim, como na primeira modalidade descrita acima, uma informação pode ser lida ou escrita sem se fazer o ponto de feixe de laser saltar todo o caminho em direção à localização mais interna ou mais externa no disco ótico 105 toda vez em que as camadas-alvo precisarem ser mudadas para a próxima camada de armazenamento de informação.

Enquanto isso, como na primeira modalidade preferida descrita acima, as zonas de escrita de teste T0, T1, T2 e T3 preferencialmente são usadas em direções opostas àquelas nas quais o ponto de feixe de laser passa sobre as respectivas camadas de armazenamento de informação. Assim, conforme já descrito para a primeira modalidade preferida, mesmo se qualquer subárea da zona de escrita de teste fosse destruída com uma potência de irradiação intensa demais durante uma operação de escrita de teste para se tornar difícil que o ponto de feixe de laser siga a trilha ali contida, a área em que a operação de escrita de teste deve ser realizada ainda poderia ser alcançada sem a passagem pela subárea destruída, porque a zona de escrita de teste é usada na direção oposta ao curso de ponto de feixe de laser. Também, quando a operação de escrita de teste foi realizada ainda um número relativamente pequeno de vezes, a potência de gravação pode ser determinada apropriadamente com a influência das outras camadas mais reduzidas.

Na modalidade preferida descrita acima, o disco ótico 105 é suposto tendo quatro camadas de armazenamento de informação. Contudo, a presente invenção também pode ser usada efetivamente em um disco ótico

com mais de quatro camadas de armazenamento de informação. Nesse caso, se houver n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que três), e se aquelas n camadas de armazenamento de informação forem contadas a partir de uma que esteja localizada mais distante da superfície de feixe de laser incidente, uma i-ésima camada de armazenamento de informação (onde i é um inteiro que satisfaz a $2 \leq i \leq n-1$) é varrida com o feixe de laser em direção à borda interna do disco, mas as subáreas de sua zona de escrita de teste são usadas em direção à borda externa do disco. Por outro lado, uma (i-1)-ésima camada de armazenamento de informação é varrida com o feixe de laser em direção à borda externa do disco, mas as subáreas de sua zona de escrita de teste são usadas em direção à borda interna do disco.

Conforme descrito acima, um disco ótico de acordo com esta modalidade preferida tem três ou mais camadas de armazenamento de informação, cada uma das quais tendo uma zona de escrita de teste. É por isto que, mesmo se aquelas camadas de armazenamento de informação que são empilhadas umas sobre as outras forem irradiadas com um feixe de laser em intensidades mutuamente diferentes ou em ambientes térmicos respectivamente diferentes, uma operação de escrita de teste ainda pode ser realizada na camada de armazenamento de informação alvo, na qual uma operação de escrita está para ser realizada, usando-se sua zona de escrita de teste sob o ambiente de operação daquela camada. Consequentemente, a melhor potência de gravação pode ser determinada para cada uma daquelas camadas de armazenamento de informação.

Além disso, aquelas camadas de armazenamento de informação são dispostas em localizações radiais mutuamente diferentes, de modo a não se sobreporem a cada outra na direção de empilhamento. Por essa razão, a operação de escrita de teste pode ser realizada exatamente conforme pretendido em cada camada de armazenamento de informação sem ser afetada pelo status de escrita na zona de escrita de teste de qualquer outra camada de armazenamento de informação ou pelo menos com essa influência minimizada. Como resultado, a potência de gravação pode ser determinada

apropriadamente para cada camada de armazenamento de informação.

Mais ainda, em uma situação em que a zona de escrita de teste de cada camada de armazenamento de informação é usada na direção oposta ao feixe de laser que está varrendo a camada de armazenamento de informação agora, mesmo se qualquer parte da zona de escrita de teste fosse destruída com uma potência de irradiação intensa, o restante da zona de escrita de teste ainda poderia ser usado apropriadamente. Acima disso, a potência de gravação também pode ser determinada sem ser afetada por qualquer outra camada.

Como na primeira modalidade preferida descrita acima, há um arranjo mais preferido das zonas de escrita de teste T0, T1, T2 e T3. A partir deste ponto, um arranjo como esse será descrito com referência à figura 9.

De modo geral, quando a camada de armazenamento de informação L0 precisa ser irradiada com um feixe de laser, o feixe de laser deve passar através das camadas de armazenamento de informação L1, L2 e L3. E para a irradiação da camada de armazenamento de informação L2 com um feixe de laser, o feixe de laser também deve passar através da camada de armazenamento de informação L3. É por isso que a camada de armazenamento de informação L3 precisa ter a transmitância mais alta com respeito a um feixe de laser, e as transmitâncias das outras camadas de armazenamento de informação L2, L1 e L0 diminuirá nesta ordem.

Para o projeto de camadas de armazenamento de informação de forma eficiente, se o disco ótico com três camadas de armazenamento de informação já tiver sido desenvolvido, é preferido que aquelas três camadas de armazenamento de informação disponíveis sejam usadas como as camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 e que apenas uma camada de armazenamento de informação com alta transmitância seja desenvolvida novamente como a camada de armazenamento de informação L3.

Contudo, a camada de armazenamento de informação L3 deve ter alta transmitância e, portanto, pode ser projetada de forma muito menos flexível. Como resultado, o desempenho de escrita da camada de armaze-

namento de informação L3 se deterioraria mais facilmente devido a uma variação ligeira em uma condição de escrita, tal como a potência de gravação se comparada com as camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2. A mesma declaração também se aplica entre as camadas de armazenamento de informação L2 e L1 e entre as camadas de armazenamento de informação L1 e L0. Quer dizer, em geral, quanto mais alta a transmitância de uma dada camada de armazenamento de informação, de forma menos flexível aquela camada poderá ser projetada e mais facilmente seu desempenho se deteriorará devido mesmo a uma ligeira variação em uma condição de escrita, tal como a potência de gravação.

Por exemplo, se a camada de armazenamento de informação L3 for irradiada com um feixe de laser, parte do feixe de laser será transmitida através da camada de armazenamento de informação L3 e, então, refletida de volta a partir da camada de armazenamento de informação L2 em direção à camada de armazenamento de informação L3. Nesse caso, se a zona de escrita de teste T2 da camada de armazenamento de informação L2 estivesse destruída ou deteriorada, a reflectância da zona de escrita de teste T2 variaria significativamente. Portanto, a intensidade do feixe de laser variaria devido à luz refletida de volta a partir da zona de escrita de teste T2 em direção à camada de armazenamento de informação L3 e luz errante. É por isso que se as zonas de escrita de teste T2 e T3 fossem dispostas próximas de cada outra, então, a variação na intensidade do feixe de laser refletido de volta a partir da zona de escrita de teste T2 em direção à camada de armazenamento de informação L3 seria sobreposta como ruído no feixe de laser refletido a partir da zona de escrita de teste T2. Como resultado, uma operação de escrita de teste poderia não ser realizada apropriadamente na zona de escrita de teste T3 e a potência de gravação não poderia ser determinada apropriadamente para a camada de armazenamento de informação L3.

Tendo em vista esta consideração, no disco ótico 105 desta modalidade preferida, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes que estejam localizadas mais próximas da superfície de feixe de laser incidente é preferenci-

almente mais largo do que o espaço entre aqueles de duas camadas de armazenamento de informação que estejam localizadas mais distantes da superfície de feixe de laser incidente. Especificamente, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T2 e T1 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L2 e L1 (isto é, o espaço entre T2a e T1b) que estão localizadas mais próximas da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente preferencialmente é mais largo do que o espaço entre as zonas de escrita de teste T1 e T0 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L1 e L0 (isto é, o espaço entre T0a e T1b) que estão localizadas mais distantes da superfície de feixe de laser incidente.

Também, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T3 e T2 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L3 e L2 (isto é, o espaço entre T2a e T3b) que estão localizadas mais próximas da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente é preferencialmente mais largo do que o espaço entre as zonas de escrita de teste T1 e T0 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L1 e L0 (isto é, o espaço entre T0a e T1b) que estão localizadas mais distantes da superfície de feixe de laser incidente ou o espaço entre as zonas de escrita de teste T2 e T1 de duas camadas de armazenamento de informação adjacentes L2 e L1 (isto é, o espaço entre T2a e T1b).

Especificamente, se aquelas camadas de armazenamento de informação L0, L1, L2 e L3 forem contadas a partir de uma que esteja localizada mais distante da superfície do disco na qual o feixe de laser 200 é incidente, a diferença de localização radial entre a extremidade periférica externa da zona interna das zonas de escrita de teste da i-ésima e da (i+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde i é um inteiro que satisfaz a $2 \leq i \leq 3$) e a extremidade periférica interna da outra zona de escrita de teste externa preferencialmente será mais larga do que a diferença de localização radial entre a extremidade periférica externa da zona interna das zonas de escrita de teste da j-ésima e da (j+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde j é um inteiro que satisfaz a $1 \leq j \leq i-1$) e a extremidade periférica interna da outra zona de escrita de teste externa.

Na modalidade preferida descrita acima, o disco ótico 105 é suposto como tendo quatro camadas de armazenamento de informação. Contudo, a presente invenção também pode ser usada efetivamente em um disco ótico com mais de quatro camadas de armazenamento de informação. Nesse caso, as relações descritas acima são satisfeitas se n for o número de camadas de armazenamento de informação incluídas no disco ótico e for um inteiro que seja igual a ou maior do que 3 e se i for um inteiro que satisfaça a $2 \leq i \leq n-1$.

De acordo com um arranjo como esse de zonas de escrita de teste, um espaço mais largo é deixado entre um par de camadas de armazenamento de informação que seria afetado mais significativamente pela luz refletida a partir da uma camada de armazenamento de informação adjacente, desse modo se reduzindo a influência da luz refletida a partir de uma camada de armazenamento de informação adjacente. Como resultado, uma operação de escrita de teste pode ser realizada apropriadamente na zona de escrita de teste de cada camada de armazenamento de informação e a potência de gravação pode ser determinada apropriadamente para a camada de armazenamento de informação. Além disso, um espaço mais estreito é deixado entre um par de camadas de armazenamento de informação que seria afetado de forma menos significativa pela luz refletida a partir de uma camada de armazenamento de informação adjacente. Então, o espaço entre as camadas de armazenamento de informação não será desnecessariamente largo e as áreas de entrada poderão ser usadas mais efetivamente. Acima disso, como não há uma necessidade de expansão da área de entrada, uma área de dados suficientemente larga pode ser assegurada da mesma forma.

Opcionalmente, em uma situação em que o espaço entre as zonas de escrita de teste de cada par de camadas de armazenamento de informação adjacentes é definido conforme descrito acima, as zonas de escrita de teste T0 e T1 das camadas de armazenamento de informação L0 e L1 podem ser dispostas nas mesmas localizações que as contrapartes das duas camadas de armazenamento de informação de um disco ótico de camada dupla convencional. Nesse caso, mesmo um drive de disco ótico convencio-

nal também pode realizar uma operação de escrita de teste nas zonas de escrita de teste T0 e T1 do disco ótico 101 desta modalidade preferida apenas pela realização de uma mudança relativamente simples na sequência.

Na modalidade preferida descrita acima, as quatro zonas de escrita de teste T0, T1, T2 e T3 são dispostas em localizações radiais mutuamente diferentes de modo a não se sobreporem umas às outras. Contudo, conforme já descrito com referência à figura 7, se a luz refletida a partir da camada de armazenamento de informação L2 afetar um pouco a camada de armazenamento de informação L3, se a luz transmitida através da camada de armazenamento de informação L3 afetar um pouco a camada de armazenamento de informação L2 ou a L1, e se a luz transmitida através da camada de armazenamento de informação L2 afetar um pouco a camada de armazenamento de informação L0, então, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T0 e T2 das camadas de armazenamento de informação L0 e L2 e o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T1 e T3 das camadas de armazenamento de informação L1 e L3 no disco ótico 106 mostrado na figura 10 poderá ser mais curto do que no arranjo das zonas de escrita de teste mostradas na figura 9.

Especificamente, a figura 10 ilustra um arranjo das zonas de escrita de teste em uma situação em que há um espaço radial zero entre as zonas de escrita de teste T0 e T2 e entre as zonas de escrita de teste T1 e T3. Assim, as extremidades periféricas interna e externa T2a e T2b da zona de escrita de teste T2 são perfeitamente alinhadas com as extremidades periféricas interna e externa T0a e T0b da zona de escrita de teste T0, e as zonas de escrita de teste T2 e T0 inteiramente se sobrepõem a cada outra. Além disso, as extremidades periféricas interna e externa T3a e T3b da zona de escrita de teste T3 estão perfeitamente alinhadas com as extremidades periféricas interna e externa T1a e T1b da zona de escrita de teste T1, e as zonas de escrita de teste T3 e T1 se sobrepõem inteiramente a cada outra. Contudo, a zona de escrita de teste T2 também pode se sobrepor à zona de escrita de teste T0 apenas parcialmente, e a zona de escrita de teste T3 também pode se sobrepor à zona de escrita de teste T1 apenas parcialmen-

te.

Quer dizer, a zona de escrita de teste da camada de armazenamento de informação que está localizada mais próxima da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente pode ser disposta nas vizinhanças daquela da camada de armazenamento de informação que está localizada mais distante da superfície de feixe de laser incidente. Especificamente, se as quatro camadas de armazenamento de informação L0, L1, L2 e L3 forem contadas a partir de uma que esteja localizada mais distante da superfície na qual o feixe de laser 200 é incidente, a diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste da k-ésima e da (k+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde k é um inteiro que satisfaz a $1 \leq k \leq 2$), e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa poderá ser maior do que a diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste da k-ésima e da (k+2)-ésima camadas de armazenamento de informação e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa.

Também, a diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna T1a da zona interna T1 das zonas de escrita de teste T1 e T2 das camadas de armazenamento de informação L1 e L2 e a extremidade periférica externa T2b da outra zona de escrita de teste externa T2 pode ser maior do que a diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna T3a da zona interna T3 das zonas de escrita de teste T1 e T3 das camadas de armazenamento de informação L1 e L3 e a extremidade periférica externa T1b da outra zona de escrita de teste externa T1.

Na modalidade preferida descrita acima, o disco ótico 105 é suposto como tendo quatro camadas de armazenamento de informação. Contudo, a presente invenção também pode ser usada efetivamente em um disco ótico com mais de quatro camadas de armazenamento de informação. Nesse caso, a primeira relação descrita acima é satisfeita se n for o número de camadas de armazenamento de informação incluídas no disco ótico e for um inteiro que seja igual a ou maior do que três e se k for um inteiro que sa-

tisfaça a $1 \leq k \leq n-2$.

Por outro lado, de acordo com a última relação, a diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste de k'-ésima e (k'+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde k' é um inteiro que satisfaz a $1 \leq k' \leq n-3$) e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa preferencialmente for maior do que a diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste de (k'+1)-ésima e (k'+3)-ésima camadas de armazenamento de informação e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa.

Como resultado, com a influência de uma outra camada de armazenamento de informação sobre a zona de escrita de teste minimizada, uma operação de escrita de teste pode ser realizada apropriadamente em cada zona de escrita de teste, e a potência de gravação pode ser determinada apropriadamente para cada camada de armazenamento de informação. Além disso, a área de entrada pode ser reduzida e uma área de dados suficientemente larga pode ser assegurada.

Opcionalmente, se a luz transmitida através da camada de armazenamento de informação L3 afetar um pouco a camada de armazenamento de informação L1, então, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T1 e T3 das camadas de armazenamento de informação L1 e L3 poderá ser reduzida como no disco ótico 107 mostrado na figura 11. Embora um exemplo no qual não há um espaço radial entre as zonas de escrita de teste T1 e T3 seja ilustrado na figura 11, a zona de escrita de teste T3 também pode ser disposta de modo a se sobrepor parcialmente à zona de escrita de teste T1. Então, a área de entrada também pode ser reduzida e uma área de dados suficientemente larga também pode ser assegurada.

Também, se a luz transmitida através da camada de armazenamento de informação L3 afetar um pouco a camada de armazenamento de informação L0 ou L2 e se a luz refletida a partir da camada de armazenamento de informação L2 afetar um pouco a camada de armazenamento de informação L3, então, o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T0

e T3 das camadas de armazenamento de informação L0 e L3 e o espaço radial entre as zonas de escrita de teste T3 e T2 poderá ser reduzido como no disco ótico 108 mostrado na figura 12. Embora um exemplo no qual não há um espaço radial entre as zonas de escrita de teste T0 e T3 seja ilustrado na figura 12, a zona de escrita de teste T3 também pode ser disposta de modo a se sobrepor parcialmente à zona de escrita de teste T0. Então, a área de entrada também pode ser reduzida e uma área de dados suficientemente larga também pode ser assegurada.

Nas primeira e na segunda modalidade preferida, o disco ótico da presente invenção foi descrito como tendo três ou quatro camadas de armazenamento de informação. Contudo, a presente invenção não é limitada de forma alguma àquelas modalidades preferidas específicas. Alternativamente, um disco ótico de acordo com a presente invenção também pode ter cinco ou mais camadas de armazenamento de informação.

MODALIDADE 3

A partir deste ponto, as modalidades preferidas de um dispositivo de escrita de informação, um dispositivo de leitura de informação, um método de escrita e um método de leitura de acordo com a presente invenção serão descritas com referência aos desenhos associados. A figura 13 é um diagrama de blocos que ilustra um dispositivo de escrita de informação 300 como uma terceira modalidade preferida da presente invenção. O dispositivo de escrita de informação 300 pode ler e escrever dados e inclui um motor de fuso 302, um cabeçote ótico 303, uma seção de controle de feixe de luz 304, uma seção de servo 305, uma seção de binarização de sinal de leitura 306, um seção de processamento de sinal digital 307, uma seção de compensação de escrita 308 e uma CPU 309.

O disco ótico 301 pode ser o que já foi descrito como a primeira ou a segunda modalidade preferida da presente invenção. Nesta modalidade preferida, o disco ótico 101 da primeira modalidade preferida é usado como o disco ótico 301. O motor de fuso 302 roda o disco ótico 301 a uma velocidade predeterminada. O cabeçote ótico 303 irradia o disco ótico 301 com um feixe de luz e também converte o feixe de luz que foi refletido a partir do dis-

co ótico 301 em um sinal elétrico e o extrai como um sinal de leitura. A seção de controle de feixe de luz 304 controla a potência de irradiação do feixe de luz que foi suprido a partir do cabeçote ótico 303 de acordo com a instrução dada pela CPU 309.

A seção de servo 305 controla as posições do cabeçote ótico 303 e do feixe de luz emitido a partir do cabeçote ótico 303, realiza os controles de foco e de acompanhamento de trilha no feixe de luz, e controla a rotação do motor de fuso 302. A seção de binarização de sinal de leitura 306 sujeita o sinal de leitura gerado pelo cabeçote ótico 303 (cuja informação de dados é um sinal de soma e a informação sobre a área de informação de disco e o endereço é um sinal de diferença) a uma amplificação e uma binarização. Também, a seção de binarização de sinal de leitura 306 pega um sinal de relógio gerado por uma PLL interna (não mostrada) de forma síncrona com o sinal binarizado.

A seção de processamento de sinal digital 307 sujeita o sinal binarizado a tipos predeterminados de processamento de demodulação e de correção de erro. Na escrita de dados, a seção de processamento de sinal digital 307 sujeita os dados a serem escritos, além disso, a um código de correção de erro e um tipo predeterminado de modulação, desse modo gerando dados modulados. Em seguida, a seção de compensação de escrita 308 converte os dados modulados em dados modulados de forma ótica consistindo em trens de pulso, e ajusta de forma fina a largura de pulso e outros parâmetros dos dados modulados de forma ótica com base no sinal de leitura obtido a partir da área de informação de dados e dos dados que são armazenados de antemão na CPU 309, desse modo convertendo os dados modulados de forma ótica em um sinal de pulso de escrita que contribuirá para a formação das fossas efetivamente.

A CPU 309 controla o dispositivo de escrita de informação 300 inteiro. A unidade principal 310 usa um computador (não mostrado), um aplicativo (não mostrado) e um sistema operacional (não mostrado) para o envio de uma requisição de leitura / escrita para o drive de disco ótico 300.

Quando o dispositivo de escrita de informação 300 é carregado

com o disco ótico 301, a seção de controle de feixe de luz 304 e a seção de servo 305 instruem o cabeçote ótico 303 para varrer a área de controle na área de entrada R0 na camada de armazenamento de informação L0 com uma potência de irradiação predeterminada, desse modo se recuperando uma informação de parâmetro de gravação, tal como uma informação sobre a potência de irradiação a adotar, quando uma operação de escrita for realizada nas camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2.

Quando do recebimento de uma requisição de escrita a partir da unidade principal 310, a seção de controle de feixe de luz 304 e a seção de servo 305 fazem o cabeçote ótico 303 varrer a zona de escrita de teste T0 na área de entrada R0 da camada de armazenamento de informação L0 com uma potência de irradiação predeterminada. Enquanto isso, a CPU 309 especifica a potência de irradiação para a realização da operação de escrita de teste para a seção de controle de feixe de luz 304 e obtém dados de teste escritos pelo cabeçote ótico 303 com múltiplas potências de irradiação diferentes e, então, lê, desse modo determinando, com base na taxa de erro e na instabilidade do sinal de leitura gerado, a potência de gravação a usar quando uma operação de escrita for realizada na área de dados D0 da camada de armazenamento de informação L0.

A mesma série de operações também é realizada nas camadas de armazenamento de informação L1 e L2 também. Especificamente, a seção de controle de feixe de luz 304 e a seção de servo 305 fazem a cabeçote ótico 303 varrer a zona de escrita de teste T1 na área de entrada R1 da camada de armazenamento de informação L1 com a potência de irradiação predeterminada. Enquanto isso, a CPU 309 especifica a potência de irradiação para a realização da operação de escrita de teste para a seção de controle de feixe de luz 304 e obtém os dados de teste escritos pelo cabeçote ótico 303 com múltiplas potências de irradiação diferentes e, então, lê, desse modo determinando, com base na taxa de erro e na instabilidade do sinal de leitura gerado, a potência de gravação a usar quando uma operação de escrita for realizada na área de dados D1 da camada de armazenamento de informação L1.

Subsequentemente, a seção de controle de feixe de luz 304 e a seção de servo 305 fazem o cabeçote ótico 303 varrer a zona de escrita de teste T2 na área de entrada R2 da camada de armazenamento de informação L2 com a potência de irradiação predeterminada. Enquanto isso, a CPU 309 especifica a potência de irradiação para a realização da operação de escrita de teste para a seção de controle de feixe de luz 304 e obtém os dados de teste escritos pelo cabeçote ótico 303 com múltiplas potências de irradiação diferentes e, então, lê, desse modo determinando, com base na taxa de erro e na instabilidade do sinal de leitura gerado, a potência de gravação a usar quando uma operação de escrita for realizada na área de dados D2 da camada de armazenamento de informação L2. Desta maneira, as potências de gravação para escrita de informação nas respectivas áreas D0, D1 e D2 de todas as três camadas de armazenamento de informação L0, L1 e L2 são determinadas.

Em seguida, pela irradiação do disco com um feixe de laser com a potência de gravação assim determinada, o usuário obtém dados escritos na área de dados D0, D1 ou D2 de cada camada de armazenamento de informação L0, L1 ou L2. Neste caso, a potência de irradiação que foi determinada para cada camada de armazenamento de informação através do procedimento descrito acima é usada.

Quando os dados de usuário que foram escritos na área de dados D0, D1 ou D2 de cada camada de armazenamento de informação L0, L1 ou L2 precisam ser lidos, uma informação de disco e outros pedaços de informação são recuperados a partir da área de controle e os dados de usuário são lidos a partir da área de dados D0, D1 ou D2 usando-se a informação de disco assim obtida.

Na modalidade preferida descrita acima, as zonas de escrita de teste T0, T1 e T2 são supostas como sendo dispostas apenas na periferia interna do disco. Opcionalmente, zonas de escrita de teste adicionais também podem ser dispostas na periferia externa do disco. Também, quando uma requisição de escrita é recebida, a potência de gravação para a realização de uma operação de escrita na área de dados D0, D1 ou D2 de toda

camada de armazenamento de informação L0, L1 ou L2 é determinada na modalidade preferida descrita acima. Contudo, se a CPU 309 tiver decidido que deve ser suficiente realizar uma operação de escrita apenas na camada de armazenamento de informação L0 para se obter todo pedaço de informação escrito, então, apenas a potência de irradiação para a realização de uma operação de escrita na área de entrada D0 precisará ser determinada. Então, os dados de usuário podem começar a ser escritos em um tempo mais curto.

Mais ainda, na modalidade preferida descrita acima, quando a requisição de escrita é recebida, a potência de gravação para a realização de uma operação de escrita na área de dados de toda camada de armazenamento de informação é determinada. Contudo, a CPU 309 pode determinar a potência de gravação apenas para a camada de armazenamento de informação na qual a operação de escrita é realizada mais cedo, e pode determinar as potências de gravação para as outras camadas de armazenamento de informação mais tarde. Então, os dados de usuário podem começar a ser escritos mais rapidamente.

Por exemplo, se a operação de escrita de teste dever ser realizada nas periferias interna e externa de cada uma das três camadas de armazenamento de informação de um disco de três camadas, então, a mesma sequência de teste de escrita deverá ser realizada seis vezes no total, assim forçando o usuário a esperar um tempo longo, antes de seus dados estarem prontos para serem escritos.

Para se evitar uma situação como essa, múltiplas combinações de camadas de armazenamento de informação nas quais a operação de escrita de teste precisa ser realizada e do número dessas camadas podem ser preparadas de antemão. Então, a CPU 309 pode determinar se a operação de escrita deve ou não ser realizada em mais de duas camadas de armazenamento. E se a resposta for NÃO, a operação de escrita de teste poderá ser realizada apenas nas camadas de armazenamento de informação L0 e L1. Então, os dados de usuário também podem começar a ser escritos mais rapidamente.

MODALIDADE 4

Os exemplos de meios de armazenamento nos quais a presente invenção é aplicável incluem um disco Blu-ray (BD) e diversos outros discos óticos em conformidade com diferentes padrões. Na descrição a seguir, uma aplicação de um disco ótico de acordo com a primeira ou com a segunda modalidade preferida da presente invenção a um BD será descrita como uma quarta modalidade preferida da presente invenção.

Parâmetros Principais

Os BDs são classificados de acordo com a propriedade de seu filme de gravação em vários tipos. Os exemplos desses vários BDs incluem um BD-ROM (apenas de leitura), um BD-R (de gravação única), e um BD-RE (regravável). E a presente invenção é aplicável a qualquer tipo de BD ou um disco ótico em conformidade com qualquer outro padrão, não importando se o meio de armazenamento é um ROM (apenas de leitura), um R (de gravação única), ou um RE (regravável). As principais constantes óticas e os formatos físicos para discos Blu-ray são mostrados em "Blu-ray Disc Reader" (publicado pela Ohmsha, Ltd.) e no Papel Branco no website da Blu-ray Disc Association (http://www.blu-raydisc.com), por exemplo.

Especificamente, quanto a um BD, um feixe de laser com um comprimento de onda de aproximadamente 405 nm (o qual pode cair na faixa de 400 nm a 410 nm, supondo que a tolerância de erros de ± 5 nm com respeito ao valor-padrão de 405 nm) e uma lente objetiva com uma NA (abertura numérica) de aproximadamente 0,85 (a qual pode cair na faixa de 0,84 a 0,86, supondo que a tolerância de erros seja de ± 0,01 com respeito ao valor-padrão de 0,85) são usados. Um BD tem um passo de trilha de em torno de 0,32 μm (o que pode cair na faixa de 0,310 a 0,330 μm, supondo que a tolerância de erros seja de ± 0,010 μm com respeito ao valor-padrão de 0,320 μm) e tem uma ou duas camadas de armazenamento de informação. Um BD tem uma estrutura de camada única de lado único ou de camada dupla de lado único no lado de feixe de laser incidente, e seu plano de armazenamento ou sua camada de armazenamento a uma profundidade de 75 μm a 100 μm conforme medido a partir do revestimento de proteção do

BD.

Um sinal de escrita é suposto como sendo modulado por uma técnica de modulação de 17PP. As marcas de gravação são supostas como tendo o comprimento de marca mais curto de 0,149 μm ou 0,138 μm (o qual é o comprimento de uma marca 2T, onde T é um ciclo de um pulso de relógio de referência e um período de referência de modulação em uma situação em que uma marca é gravada de acordo com uma regra de modulação predeterminada), isto é, um comprimento de bit de canal T de 74,50 nm ou 69,00 nm. O BD tem uma capacidade de armazenamento de 25 GB ou 27 GB (mais exatamente, 25,025 GB ou 27,020 GB), caso seja um disco de lado único de camada dupla, mas tem uma capacidade de armazenamento de 50 GB ou 54 GB (mais exatamente, 50,050 GB ou 54,040 GB), caso seja um disco de lado único de camada dupla.

A frequência de relógio de canal é suposta como sendo de 66 MHz (correspondente a uma taxa de bit de canal de 66,000 Mbit/s) a uma taxa de transferência de BD padrão (BD 1X), 264 MHz (correspondente a uma taxa de bit de canal de 264,000 Mbit/s) a uma taxa de transferência de 4x de BD, 396 MHz (correspondente a uma taxa de bit de canal de 396,000 Mbit/s) a uma taxa de transferência de 6x de BD, e 528 MHz (correspondente a uma taxa de bit de canal de 528,000 Mbit/s) a uma taxa de transferência de 8x de BD.

E a velocidade linear padrão (a qual também será referida aqui como a "velocidade linear de referência" ou "1X") é suposta como sendo de 4,917 m/s ou 4,554 m/s. As velocidades lineares de 2x, 4x, 6x e 8x são de 9,834 m/s, 19,668 m/s, 29,502 m/s e 39,336 m/s, respectivamente. Uma velocidade linear mais alta do que a velocidade linear padrão normalmente é um número inteiro positivo de vezes tão alta quando a velocidade linear padrão. Mas o fator não tem que ser um inteiro, mas também pode ser um número real positivo. Opcionalmente, uma velocidade linear que seja mais baixa do que a velocidade linear padrão (tal como uma velocidade linear de 0,5x) também pode ser definida.

Deve ser notado que estes parâmetros são aqueles de BDs de

camada única ou de camada dupla já no mercado, os quais têm uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 25 GB ou de aproximadamente 27 GB por camada. Para se aumentarem mais as capacidades de armazenamento de BDs, BDs de alta densidade com uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 32 GB ou de aproximadamente 33,4 GB por camada e BDs de três ou quatro camadas já foram pesquisados e desenvolvidos. Aqui adiante, aplicações de exemplo da presente invenção a esses BDs serão descritas.

Estrutura com múltiplas camadas de armazenamento de informação

Por exemplo, suponha que o disco ótico seja um disco de lado único a partir do qual / no qual uma informação é lida e/ou escrita por ter um feixe de laser incidente sobre o lado de revestimento de proteção (camada de cobertura), se duas ou mais camadas de armazenamento de informação precisarem ser providas, então, aquelas múltiplas camadas de armazenamento de informação deverão ser dispostas entre o substrato e o revestimento de proteção. Uma estrutura de exemplo para um disco de camada múltipla como esse é mostrada na figura 14. O disco ótico mostrado na figura 14 tem (n+1) camadas de armazenamento de informação 502 (onde n é um inteiro que é maior do que zero). Especificamente, neste disco ótico, uma camada de cobertura 501 (n+1) camadas de armazenamento de informação (camadas Ln a L0) 502, e um substrato 500 são empilhados nesta ordem na superfície do que um feixe de laser 200 é incidente. Também, entre cada par de camada adjacentes das (n+1) camadas de armazenamento de informação 502 é inserida com um membro de armazenamento em buffer ótico uma camada espaçadora 503. Quer dizer, a camada de referência L0 pode ser disposta no nível mais profundo que está localizado a uma profundidade a partir da superfície de luz incidente (isto é, a uma distância maior da fonte de luz). Múltiplas camadas de armazenamento de informação L1, L2, ... e Ln podem ser empilhadas umas sobre as outras a partir de acima da camada de referência L0 em direção à superfície de luz incidente.

Neste caso, a profundidade da camada de referência L0 confor-

me medido a partir da superfície de luz incidente do disco de camada múltipla pode ser igual à profundidade (por exemplo, aproximadamente 0,1 mm) da única camada de armazenamento de informação de um disco de camada única, conforme medido a partir da superfície de luz incidente. Se a profundidade da camada mais profunda (isto é, a camada mais distante) for constante independentemente do número de camadas de armazenamento empilhadas (isto é, se a camada mais profunda de um disco de camada múltipla estiver localizada substancialmente à mesma distância que a única camada de armazenamento de informação de um disco de camada única), uma compatibilidade poderá ser assegurada no acesso à camada de referência, não importando se o dado disco é um de camada única ou de camada múltipla. Além disso, mesmo se o número de camadas de armazenamento empilhadas aumentar, a influência de inclinação dificilmente aumentará. Isto é porque, embora a camada mais profunda seja a mais afetada por uma inclinação, a profundidade da camada mais profunda de um disco de camada múltipla é aproximadamente a mesma que aquela da camada de armazenamento de informação única de um disco de camada única, e não aumenta neste caso, mesmo se o número de camadas de armazenamento empilhadas for aumentado.

Quanto à direção de movimento de ponto de feixe (a qual também será referida aqui como "direção de acompanhamento de trilha" ou uma "direção em espiral"), o disco ótico pode ser de um tipo de percurso em paralelo ou de um tipo de percurso oposto. Em um disco do tipo de percurso paralelo, o ponto segue na mesma direção em toda camada, isto é, a partir de alguma localização radial interna em direção à borda externa do disco ou a partir de alguma outra localização radial em direção à borda interna do disco em toda camada de armazenamento de informação.

Por outro lado, em um disco do tipo de percurso oposto, as direções de movimento de ponto são mudadas para o oposto toda vez em que as camadas a varrer forem mudadas de uma camada de armazenamento de informação para uma adjacente. Por exemplo, se o ponto na camada de referência L0 for de alguma localização radial interna em direção à borda ex-

terna (cuja direção será referida simplesmente aqui como "para fora"), então, o ponto na camada de armazenamento de informação L1 também irá de alguma localização radial externa em direção à borda interna (cuja direção será referida simplesmente aqui como "para dentro"), o ponto na camada de armazenamento de informação L2 irá para fora e assim por diante. Quer dizer, o ponto na camada de armazenamento de informação Lm (onde m é zero ou um número par) irá para fora, mas o ponto na camada de armazenamento de informação Lm+1 irá para dentro. Inversamente, o ponto na camada de armazenamento de informação Lm (onde m é zero ou um número par) irá para dentro, mas o ponto na camada de armazenamento de informação Lm+1 irá para fora.

Quanto à espessura do revestimento de proteção (camada de proteção), para a minimização da influência de distorção de ponto devido a uma diminuição no comprimento focal com um aumento na abertura numérica NA ou à inclinação, o revestimento de proteção pode ter sua espessura reduzida. Uma abertura numérica NA é definida como sendo de 0,45 para um CD, 0,65 para um DVD, mas de aproximadamente 0,85 para um BD. Por exemplo, se o meio de armazenamento de informação tiver uma espessura geral de aproximadamente 1,2 mm, o revestimento de proteção poderá ter uma espessura de 10 μm a 200 μm. Mais especificamente, um disco de camada única pode incluir um revestimento de proteção transparente com uma espessura de aproximadamente 0,1 mm e um substrato com uma espessura de aproximadamente 1,1 mm. Por outro lado, um disco de camada dupla pode incluir um revestimento de proteção com uma espessura de aproximadamente 0,075 mm, uma camada espaçadora com uma espessura de aproximadamente 0,025 mm e um substrato com uma espessura de aproximadamente 1,1 mm.

Configurações para discos de camada única ou de quatro camadas

As figuras 15, 16, 17 e 18 ilustram configurações de exemplo para discos de camada única, de camada dupla, de três camadas e de quatro camadas, respectivamente. Conforme descrito acima, se a distância a partir

da superfície de luz incidente até a camada de referência L0 for suposta como sendo constante, cada um destes discos poderá ter uma espessura de aproximadamente 1,2 mm (mas que é mais preferencialmente de 1,40 mm ou menos, se houver um rótulo impresso) e o substrato 500 poderá ter uma espessura de aproximadamente 1,1 mm. É por isto que a distância a partir da superfície de luz incidente até a camada de referência L0 será de aproximadamente 0,1 mm. No disco de camada única mostrado na figura 15, isto é, se n = 0 na figura 14), a camada de cobertura 5011 tem uma espessura de aproximadamente 0,1 mm. No disco de camada dupla mostrado na figura 16 (isto é, se n = 1 na figura 14), a camada de cobertura 5012 tem uma espessura de aproximadamente 0,075 mm. E a camada espaçadora 5302 tem uma espessura de aproximadamente 0,25 mm. E, no disco de três camadas mostrado na figura 17 (isto é, se n = 2 na figura 14) e no disco de quatro camadas mostrado na figura 17 (isto é, se n = 3 na figura 14), a camada de cobertura 5014 e/ou a camada espaçadora 5304 podem ser ainda mais finas.

Também, em um gravador / tocador que usa um cabeçote ótico incluindo uma lente objetiva com uma NA alta, aberrações, tal como uma aberração esférica a ser produzida devido à espessura da superfície de luz incidente do disco até a camada de armazenamento de informação, afetarão seriamente a qualidade de um feixe de laser a ser convergido sobre a camada de armazenamento de informação. Por essa razão, um aparelho como esse é provido com um meio para a correção dessas aberrações a serem produzidas devido à espessura.

Para a eliminação dos componentes de aberração, tal como uma aberração a ser produzida devido à espessura da superfície do revestimento de proteção de um meio de armazenamento de informação ótico até a camada de armazenamento de informação a partir da qual / na qual uma informação é lida ou escrita, o meio de correção de aberração gera uma aberração que cancelará a componente de aberração que tenha sido produzida por meio de cada camada de armazenamento de informação. Um meio de correção de aberração como esse é originalmente projetado de forma ótica

de modo a reduzir a aberração com respeito à camada de armazenamento de informação de uma estrutura de camada única e também leva em conta a aberração a ser produzida quando uma operação de leitura / escrita é realizada em um meio de armazenamento de informação com uma estrutura de camada dupla. O ponto de aberração mínimo projetado é definido para estar localizado a uma profundidade de aproximadamente 80 a 90 μm, conforme medido a partir da superfície do revestimento de proteção. É por isso que se uma radiação de leitura / escrita precisar ser focalizada em uma camada de armazenamento de informação, cuja profundidade não é igual ao ponto de aberração mínimo, então, um valor de correção de aberração apropriado deverá ser regulado para aquela camada de armazenamento de informação pelo controle do meio de correção de aberração.

Estrutura física de BDs

A figura 19 ilustra a estrutura física de um disco ótico 510 de acordo com esta modalidade preferida. No disco ótico tipo de disco 510, uma grande quantidade de trilhas 512 é disposta de forma concêntrica ou em espiral. E cada uma daquelas trilhas 512 é subdividida em uma grande quantidade de setores. Conforme será descrito mais tarde, os dados são supostos como sendo escritos em cada uma daquelas trilhas 512 com base em um bloco 513 de tamanho predeterminado.

O disco ótico 510 desta modalidade preferida tem uma capacidade de armazenamento maior por camada de armazenamento de informação do que um disco ótico convencional (tal como BD de 25 GB). A capacidade de armazenamento é aumentada pelo aumento da densidade linear de armazenamento, por exemplo, pelo encurtamento do comprimento de marca de marcas de gravação a serem deixadas no disco ótico, por exemplo. Conforme usado aqui, "para aumentar a densidade linear de armazenamento" significa encurtar o comprimento de bit de canal, o qual é um comprimento correspondente a um ciclo de tempo T de um sinal de relógio de referência (isto é, um ciclo de tempo de referência T de modulação em uma situação em que as marcas são gravadas por uma regra de modulação predeterminada). O disco ótico 510 pode ter múltiplas camadas de armazenamento de

informação. Na descrição a seguir, contudo, apenas uma camada de armazenamento de informação do mesmo será descrita, em nome da conveniência. Em uma situação em que há múltiplas camadas de armazenamento de informação no mesmo disco ótico, mesmo se as trilhas tiverem a mesma largura entre as respectivas camadas de armazenamento de informação, as densidades lineares de armazenamento também poderiam ser diferentes de uma camada para a outra, pela variação uniformemente dos comprimentos de marca em uma base de camada por camada.

Cada trilha 512 é dividida em uma grande quantidade de blocos 513 a cada 64 kB (quilobytes), o que é a unidade de armazenamento de dados. E àqueles blocos são dados endereços de bloco sequenciais. Cada um destes blocos 513 é subdividido em três sub-blocos, cada um tendo um comprimento predeterminado. Aos três sub-blocos são atribuídos os números de sub-bloco de 0, 1 e 2 nesta ordem.

Densidade de Armazenamento

A partir deste ponto, a densidade de armazenamento será descrita com referência às figuras 20(a), 20(b), 21 e 22.

A figura 20(a) ilustra um exemplo de um BD de 25 GB, para o qual é suposto que o feixe de laser 200 tenha um comprimento de onda de 405 nm e a lente objetiva 220 é suposta como tendo uma abertura numérica (NA) de 0,85.

Como em um DVD, os dados também são escritos na trilha 512 de um BD como uma série de marcas 520, 521 que são produzidas como resultado de uma variação física. A mais curta desta série de marcas será referida aqui como a "marca mais curta". Na figura 20(a), a marca 521 é a marca mais curta.

Em um BD com uma capacidade de armazenamento de 25 GB, a marca mais curta 521 tem um comprimento físico de 0,149 µm, o qual é de aproximadamente 1/2,7 da marca mais curta de um DVD. E mesmo se a resolução de um feixe de laser for aumentada pela mudança dos parâmetros de um sistema ótico, tal como o comprimento de onda (405 nm) e a NA (0,85), este valor ainda estará bastante próximo do limite de resolução ótica,

abaixo do qual as marcas de gravação não são mais reconheciveis para o feixe de luz.

A figura 21 ilustra um estado em que um ponto de feixe de luz foi formado na série de marcas de gravação na trilha 512. Em um BD, o ponto de feixe de luz 210 tem um diâmetro de em torno de 0,39 µm, o qual pode variar com os parâmetros do sistema ótico. Se a densidade linear de armazenamento for aumentada sem a mudança das estruturas do sistema ótico, então, as marcas de gravação se retrairão para o mesmo tamanho de ponto do ponto de feixe de luz 210 e a resolução de leitura diminuirá.

Por outro lado, a figura 20(b) ilustra um exemplo de um disco ótico com uma densidade de armazenamento ainda mais alta do que um BD de 25 GB. Mas, mesmo para um disco como esse, o feixe de laser 200 também é suposto como tendo um comprimento de onda de 405 nm e a lente objetiva 220 também é suposta como tendo uma abertura numérica (NA) de 0,85. Dentre a série de marcas 524, 525 de um disco como esse, a marca mais curta 525 tem um comprimento físico de 0,1115 µm. Se comparada com a figura 20(a), o tamanho de ponto permanece aproximadamente de 0,39 µm, mas as marcas de gravação e o intervalo entre as marcas se retraíram. Como resultado, a resolução de leitura também diminuirá.

Quanto mais curta uma marca de gravação, menor a amplitude de um sinal de leitura a ser gerado quando a marca de gravação for varrida com um feixe de luz. E a amplitude vai para zero quando o comprimento de marca fica igual ao limite de resolução ótica. O número inverso de um período destas marcas de gravação é denominado uma "frequência espacial" e uma relação entre a frequência espacial e a amplitude de sinal é denominada uma "função de transferência ótica (OTF)". Conforme a frequência espacial sobe, a amplitude de sinal diminui quase que de forma linear. E o limite legível no qual a matéria-prima do sinal vai para zero é denominado um corte de OTF.

A figura 22 é um gráfico que mostra como a OTF de um BD com uma capacidade de armazenamento de 25 GB muda com o comprimento de marca de gravação mais curto. A frequência espacial da marca mais curta

em um BD é de aproximadamente 80% e é bastante próximo da frequência de corte de OTF. Também pode ser visto que um sinal de leitura que representa a marca mais curta tem uma amplitude que é tão pequena quanto aproximadamente 10% da amplitude máxima detectável. A capacidade de armazenamento na qual a frequência espacial da marca mais curta em um BD é muito próxima da frequência de corte de OTF (isto é, a capacidade de armazenamento na qual o sinal de leitura não tem quase nenhuma amplitude) corresponde a aproximadamente 31 GB em um BD. Quando a frequência do sinal de leitura que representa a marca mais curta se torna próximo da ou excede à frequência de corte de OTF, o limite de resolução ótica poderá ter sido alcançado ou mesmo ultrapassado para o feixe de laser. Como resultado, o sinal de leitura vem a ter uma amplitude diminuída e a SNR cai agudamente.

É por isso que o disco ótico de densidade de armazenamento alta mostrado na figura 20(b) teria sua densidade linear de armazenamento definida pela frequência do sinal de leitura representando a marca mais curta, o que pode se nas vizinhanças da frequência de corte de OTF (isto é, mais baixo do que, mas não significativamente mais baixo do que a frequência de corte de OTF) ou mais alta do que frequência de corte de OTF.

A figura 23 é um gráfico que mostra como a amplitude de sinal muda com a frequência espacial em uma situação em que a frequência espacial da marca mais curta (2T) é mais alta do que a frequência de corte de OTF e onde o sinal de leitura de 2T tem amplitude zero. Na figura 23, a frequência espacial da marca mais curta 2T é 1,12 vezes tão alta quanto a frequência de corte de OTF.

Relação entre comprimento de onda, NA e comprimento de marca

Um disco ótico com densidade de armazenamento alta precisa satisfazer à relação a seguir entre o comprimento de onda, a abertura numérica e os comprimentos de marca / espaço.

Suponha que o número de marca mais curto seja TM nm e que o comprimento de espaço mais curto seja TS nm, a soma P do comprimento

de marca mais curto e do comprimento de espaço mais curto será TM + TS nm. No caso de modulação 17, P = 2T + 2T = 4T. Usando-se os três parâmetros do comprimento de onda λ do feixe de laser (o qual é de 405 nm $\pm$ 5 nm, isto é, na faixa de 400 nm a 410 nm), a abertura numérica NA (a qual é de 0,85 $\pm$ 0,01, isto é, na faixa de 0,84 a 0,86) e a soma P do comprimento de marca mais curto e do comprimento de espaço mais curto (onde P = 2T + 2T = 4T no caso de uma modulação 17, em que o comprimento mais curto é 2T), se o comprimento unitário T diminuir até o ponto em que a desigualdade

$$P \leq \lambda / 2NA$$

é satisfeita, então, a frequência espacial da marca mais curta excederá à frequência de corte de OTF.

Se NA = 0,85 e λ = 405, então, o comprimento unitário da frequência de corte de OTF será calculado por:

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

Inversamente, se $P > \lambda > / 2NA$ for satisfeita, então, a frequência espacial da marca mais curta se tornará mais baixa do que a frequência de corte de OTF.

Conforme pode ser visto facilmente, apenas pelo aumento da densidade linear de armazenamento, a SNR poderia diminuir devido ao limite de resolução ótica. É por isso que se o número de camadas de armazenamento de informação por disco fosse aumentado excessivamente, então, a diminuição na SNR poderia ser em um grau inadmissível, considerando-se a margem do sistema. Particularmente, em torno de um ponto em que a frequência da marca de gravação mais curta excede à frequência de corte de OTF, a SNR começará a diminuir agudamente.

Na descrição precedente, a densidade linear de armazenamento foi descrita pela comparação da frequência do sinal de leitura representando a marca mais curta com a frequência de corte de OTF. Contudo, se a densidade de armazenamento de BDs for adicionalmente aumentada, então, a densidade de armazenamento (e a densidade de armazenamento linear e a capacidade de armazenamento) poderá ser definida com base no mesmo princípio que aquele que foi recém descrito com referência à relação entre a

frequência do sinal de leitura representando a segunda marca mais curta (ou a terceira marca mais curta ou mesmo uma marca ainda mais curta) e a frequência de corte de OTF.

Densidade de armazenamento e número de camadas

Um BD cujas especificações incluem um comprimento de onda de 450 nm e uma abertura numérica de 0,85, pode ter uma ou mais das capacidades de armazenamento a seguir por camada. Especificamente, se a frequência espacial das marcas mais curtas estiver na vizinhança da frequência de corte de OTF, a capacidade de armazenamento poderia ser aproximadamente igual a ou mais alta do que de 29 GB (tal como, 29 GB ± 0,5 GB ou 29 GB ± 1 GB), aproximadamente igual a ou mais alta do que 30 GB (tal como, 30 GB ± 0,5 GB ou 30 GB ± 1 GB), aproximadamente igual a ou mais alta do que 31 GB (tal como, 31 GB ± 0,5 GB ou 31 GB ± 1 GB), aproximadamente igual a ou mais alta do que 32 GB (tal como, 32 GB ± 0,5 GB ou 32 GB ± 1 GB).

Por outro lado, se a frequência espacial das marcas mais curtas for igual a ou mais alta do que a frequência de corte de OTF, a capacidade de armazenamento por camada poderia ser aproximadamente igual a ou mais alta do que 32 GB (tal como, 32 GB ± 0,5 GB ou 32 GB ± 1 GB), aproximadamente igual a ou mais alta do que 33 GB (tal como, 33 GB ± 0,5 GB ou 33 GB ± 1 GB), aproximadamente igual a ou mais alta do que 33,3 GB (tal como, 33,3 GB ± 0,5 GB ou 33,3 GB ± 1 GB), aproximadamente igual a ou mais alta do que 33,4 GB (tal como, 33,4 GB ± 0,5 GB ou 33,4 GB ± 1 GB), aproximadamente igual a ou mais alta do que 34 GB (tal como, 34 GB ± 0,5 GB ou 34 GB ± 1 GB), aproximadamente igual a ou mais alta do que 35 GB (tal como, 35 GB ± 0,5 GB ou 35 GB ± 1 GB).

Neste caso, se a densidade de armazenamento por camada for de 33,3 GB, uma capacidade de armazenamento geral de aproximadamente 100 GB (mais exatamente, 99,9 GB) será realizada pelas três camadas de armazenamento combinadas. Por outro lado, se a densidade de armazenamento por camada for de 33,4 GB, uma capacidade de armazenamento geral que é de mais de 100 GB (mais exatamente 100,2 GB) será realizada

pelas três camadas de armazenamento combinadas. Uma capacidade de armazenamento como essa é quase igual à capacidade em uma situação em que quatro camadas de armazenamento, cada uma tendo uma densidade de armazenamento de 25 GB, são providas para um único BD. Por exemplo, se a densidade de armazenamento por camada for de 33 GB, a capacidade de armazenamento geral será de 33 x 3 = 99 GB, o que é exatamente 1 GB (ou menos) menor do que 100 GB. Por outro lado, se a densidade de armazenamento por camada for de 34 GB, a camada de armazenamento de geral será de 34 x 3 = 102 GB, o que é de 2 GB (ou menos) maior do que 100 GB. Mais ainda, se a densidade de armazenamento por camada for de 33,3 GB, a camada de armazenamento de geral será de 33,3 x 3 = 99,9 GB, o que é de 0,1 GB (ou menos) maior do que 100 GB. Mais ainda, se a densidade de armazenamento por camada for de 33,4 GB, a camada de armazenamento de geral será de 33,4 x 3 = 100,2 GB, o que é de 0,2 GB (ou menos) maior do que 100 GB.

Deve ser notado que se a densidade de armazenamento fosse aumentada significativamente, então, seria difícil realizar uma operação de leitura de forma acurada porque as marcas mais curtas devem ser lidas sob condições bastante severas. É por isto que uma densidade de armazenamento realística que realizasse uma camada de armazenamento geral de 100 GB ou mais sem aumento da densidade de armazenamento demais seria de aproximadamente 33,4 GB por camada.

Neste caso, o disco ótico pode ter uma estrutura em quatro camadas com uma densidade de armazenamento de 25 GB por camada ou uma estrutura em três camadas com uma densidade de armazenamento de 33 a 34 GB por camada. Se o número de camadas de armazenamento de informação empilhadas em um disco for aumentado, contudo, o sinal lido obtido a partir de cada uma daquelas camadas terá uma amplitude diminuída (ou uma SNR diminuída) e uma camada errante também será produzida a partir daquelas camadas (isto é, o sinal de leitura obtido a partir de cada camada de armazenamento de informação será afetado por um sinal obtido a partir de uma camada adjacente). Por essa razão, se um disco de três ca-

madas com uma densidade de armazenamento de 33 a 34 GB por camada for adotado ao invés de um disco de quatro camadas com uma densidade de armazenamento de 25 GB por camada, então, uma camada de armazenamento geral de aproximadamente 100 GB será realizada pelo número menor de camadas (isto é, três, ao invés de quatro), com a influência dessa luz errante minimizada. É por isso que um fabricante de disco que gostaria de realizar uma camada de armazenamento geral de aproximadamente 100 GB, enquanto minimiza o número de camadas de armazenamento de informação empilhadas preferiria um disco de três camadas com uma densidade de armazenamento de 33 a 34 GB por camada. Por outro lado, um fabricante de disco que gostaria de realizar uma camada de armazenamento geral de aproximadamente 100 GB usando o formato convencional como estiver (isto é, uma densidade de armazenamento de 25 GB por camada) poderia escolher um disco de quatro camadas com uma densidade de armazenamento de 25 GB por camada. Desta maneira, os fabricantes com necessidades diferentes poderiam obter suas metas usando estruturas mutuamente diferentes e, portanto, teriam assegurado um grau aumentado de flexibilidade no projeto do disco.

Alternativamente, se a densidade de armazenamento por camada for na faixa de 30 a 32 GB, a camada de armazenamento geral de um disco de três camadas será menor de 100 GB (isto é, de aproximadamente 90 a 96 GB), mas aquela de um disco de quatro camadas será de 120 GB ou mais. Dentre outras coisas, se a densidade de armazenamento por camada for de aproximadamente 32 GB, um disco em quatro camadas terá uma capacidade de armazenamento geral de aproximadamente 128 GB, o que é a sétima potência de dois que seria processada facilmente e convenientemente por um computador. Acima disso, se comparada com a capacidade de armazenamento geral de aproximadamente 100 GB realizada por um disco de três camadas, mesmo marcas mais curtas também poderiam ser lidas sob condições menos severas.

É por isso que quando a densidade de armazenamento precisa ser aumentada, várias densidades de armazenamento diferentes por cama-

da (tal como aproximadamente 32 GB e aproximadamente 33,4 GB) são preferencialmente oferecidas como múltiplas opções de modo que um fabricante de disco possa projetar um disco de forma mais flexível pela adoção de uma daquelas múltiplas densidades de armazenamento e qualquer número de camadas de armazenamento em uma combinação arbitrária. Por exemplo, a um fabricante que gostaria de aumentar a capacidade de armazenamento geral enquanto minimizaria a influência de camadas múltiplas empilhadas é oferecida uma opção de fazer um disco de três camadas com uma capacidade de armazenamento geral de aproximadamente 100 GB pelo empilhamento de três camadas de armazenamento com uma densidade de armazenamento de 33 a 34 GB por camada. Por outro lado, a um fabricante que gostaria de aumentar a capacidade de armazenamento geral enquanto minimizaria o impacto sobre o desempenho de leitura é oferecida uma opção de fazer um disco de quatro camadas com uma capacidade de armazenamento geral de aproximadamente 120 GB pelo empilhamento de quatro camadas de armazenamento com uma densidade de armazenamento de 30 a 32 GB por camada.

Não importando quais destas duas estruturas é adotada para um BD, a melhor potência de gravação pode ser determinada para cada camada de armazenamento de informação pelo uso da estrutura de disco ótico da primeira ou da segunda modalidade preferida da presente invenção descrita acima. É por isto que mesmo se as marcas de gravação forem formadas de forma acurada para se lidar com uma densidade linear de armazenamento aumentada, uma operação de escrita também poderá ser realizada apropriadamente com a melhor potência de gravação.

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

A presente invenção pode ser usada efetivamente em vários tipos de meios de armazenamento de informação e dispositivos de escrita de informação, e pode ser usada de forma particularmente efetiva em um meio de armazenamento de informação de gravação única ou regravável com três ou mais camadas de armazenamento de informação e um dispositivo de escrita de informação com um meio de armazenamento como esse.

LISTAGEM DE REFERÊNCIA

D0, D1, D2, D3 área de dados

L0, L1, L2, L3 camada de armazenamento de informação

R0, R1, R2, R3 área de entrada

T0, T1, T2, T3 zona de escrita de teste

110 substrato

111, 112 camadas espaçadoras

113 camada de cobertura

REIVINDICAÇÕES

1. Meio de armazenamento de informação com n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que três), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras,

em que cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser, e

em que quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente,

há uma maior diferença de localização radial entre a extremidade periférica externa da zona interna das zonas de escrita de teste da iésima e da (i+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde i é um inteiro que satisfaz a $2 \leq i \leq n-1$) e a extremidade periférica interna da outra zona de escrita de teste externa do que entre a extremidade periférica externa da zona interna das zonas de escrita de teste de j-ésima e (j+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde j é um inteiro que satisfaz a $1 \leq j \leq i-1$) e a extremidade periférica interna da outra zona de escrita de teste externa.

2. Meio de armazenamento de informação que compreende pelo menos três camadas de armazenamento de informação,

em que há um espaço radial mais largo entre as respectivas zonas de escrita de teste de um par de camadas de armazenamento de informação adjacentes que estão localizadas mais próximas da superfície do meio no qual um feixe de laser é incidente do que entre as respectivas zonas de escrita de teste de um outro par de camadas de armazenamento de informação adjacentes que estão localizadas mais distantes daquela superfície.

3. Meio de armazenamento de informação com n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que três), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as

quais são empilhadas umas sobre as outras,

em que cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser, e

em que quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente,

há uma maior diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste da k-ésima e da (k+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde k é um inteiro que satisfaz a $1 \leq k \leq n-2$) e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa do que entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste de k-ésima e (k+2)-ésima camadas de armazenamento de informação e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa.

4. Meio de armazenamento de informação, de acordo com a reivindicação 3, em que n é quatro e k é um.

5. Meio de armazenamento de informação com n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que quatro), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras,

em que cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser, e

em que quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente,

há uma maior diferença de localização radial entre a extremidade periférica interna da zona interna das zonas de escrita de teste da k'-ésima e da (k'+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde k' é um inteiro que satisfaz a $1 \leq k' \leq n-3$) e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa do que entre a extremidade periférica

rica interna da zona interna das zonas de escrita de teste de (k'+1)-ésima e (k+3)-ésima camadas de armazenamento de informação e a extremidade periférica externa da outra zona de escrita de teste externa.

6. Meio de armazenamento de informação com n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que três), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras,

em que cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser, e

em que quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente,

a zona de escrita de teste da terceira camada de armazenamento de informação mais distante está localizada mais próxima da borda externa do meio do que aquela da camada de armazenamento de informação mais distante está, e

a zona de escrita de teste da camada de armazenamento de informação mais distante está localizada mais próxima daquela borda externa do que aquela da segunda camada de armazenamento de informação mais distante está.

7. Meio de armazenamento de informação, de acordo com a reivindicação 6, em que n é quatro.

8. Meio de armazenamento de informação com n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que quatro), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras,

em que cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser, e

em que quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da

superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente,

a zona de escrita de teste da terceira camada de armazenamento de informação mais distante está localizada mais próxima da borda externa do meio do que aquela da segunda camada de armazenamento de informação mais distante está, e

a zona de escrita de teste da segunda camada de armazenamento de informação mais distante está localizada mais próxima daquela borda externa do que aquela da quarta camada de armazenamento de informação mais distante está.

9. Meio de armazenamento de informação com n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que quatro), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras,

em que cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser, e

em que quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente,

a zona de escrita de teste da terceira camada de armazenamento de informação mais distante está localizada mais próxima da borda externa do meio do que aquela da camada de armazenamento de informação mais distante está, e

a zona de escrita de teste da camada de armazenamento de informação mais distante está localizada mais próxima daquela borda externa do que aquela da quarta camada de armazenamento de informação mais distante está.

10. Meio de armazenamento de informação com n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro que é igual a ou maior do que três), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras,

em que cada uma das n camadas de armazenamento de infor-

mação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser, as zonas de escrita de teste sendo dispostas em localizações radiais mutuamente diferentes, e

em que cada zona de escrita de teste tem uma pluralidade de subáreas, e

em que quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente,

uma iésima camada de armazenamento de informação (onde i é um número par que satisfaz a $2 \leq i \leq n$) é varrida com o feixe de laser em direção à borda interna do meio, mas as subáreas de sua zona de escrita de teste são usadas em direção à borda externa do meio, e

uma (i-1)-ésima camada de armazenamento de informação é varrida com o feixe de laser em direção à borda externa do meio, mas as subáreas de sua zona de escrita de teste são usadas em direção à borda interna do meio.

11. Dispositivo de leitura de informação para a realização de uma operação de leitura em um meio de armazenamento de informação como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10,

em que o meio de armazenamento de informação tem uma área de controle em pelo menos uma das n camadas de armazenamento de informação do mesmo, e

em que o dispositivo realiza pelo menos uma das etapas de:

recuperação de uma informação sobre o meio de armazenamento de informação a partir da área de controle; e

leitura de dados que foram escritos em qualquer uma das n camadas de armazenamento de informação com uma potência de gravação que foi regulada com a zona de escrita de teste daquela camada.

12. Dispositivo de escrita de informação para a realização de uma operação de escrita em um meio de armazenamento de informação como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10,

em que o dispositivo determina a potência de gravação do feixe

de laser usando a zona de escrita de teste de uma das n camadas de armazenamento de informação, e

em que o dispositivo escreve dados naquela camada pela irradiação do meio com o feixe de laser que teve sua potência de gravação determinada.

13. Método de leitura para a realização de uma operação de leitura em um meio de armazenamento de informação como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10,

em que o meio de armazenamento de informação tem uma área de controle em pelo menos uma das n camadas de armazenamento de informação do mesmo, e

em que o método inclui pelo menos uma das etapas de:

recuperação de uma informação sobre o meio de armazenamento de informação a partir da área de controle; e

leitura de dados que foram escritos em qualquer uma das n camadas de armazenamento de informação com uma potência de gravação que foi regulada com a zona de escrita de teste daquela camada.

14. Método de escrita para a escrita de dados em um meio de armazenamento de informação como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10,

em que o método compreende as etapas de:

determinação da potência de gravação do feixe de laser usando a zona de escrita de teste de uma das n camadas de armazenamento de informação; e

escrita de dados naquela camada pela irradiação do meio com o feixe de laser que teve sua potência de gravação determinada.

FIG.1

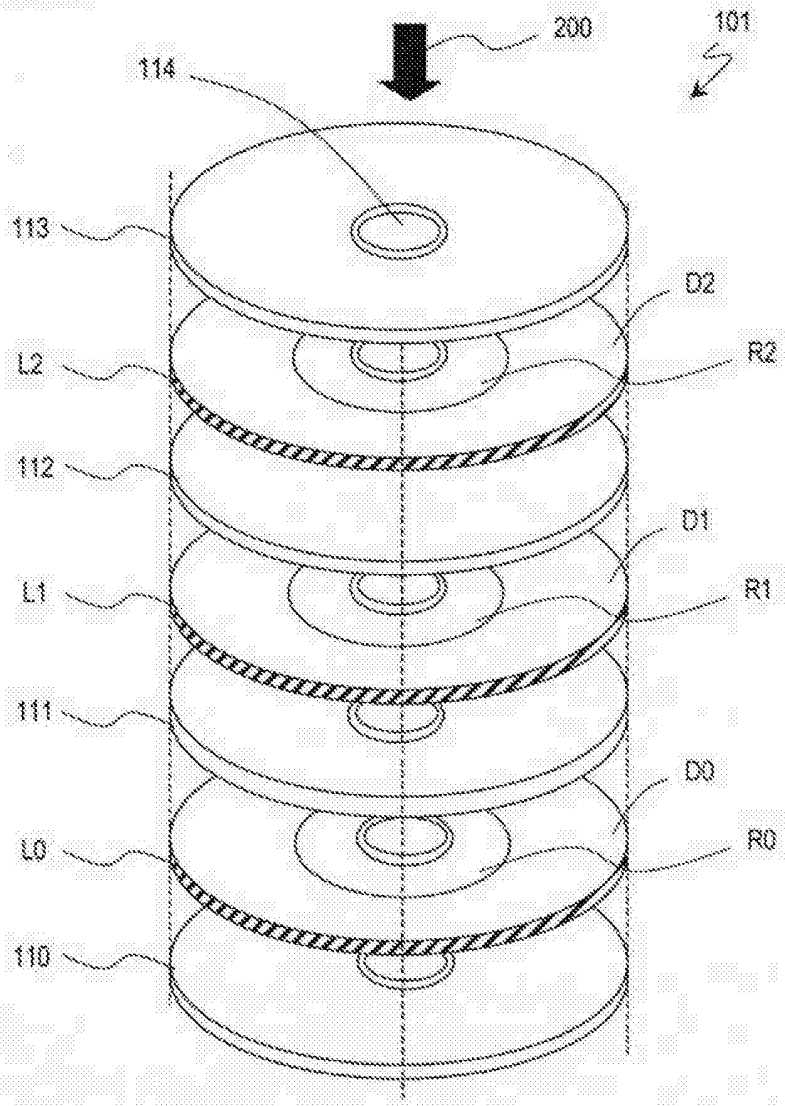


FIG.2

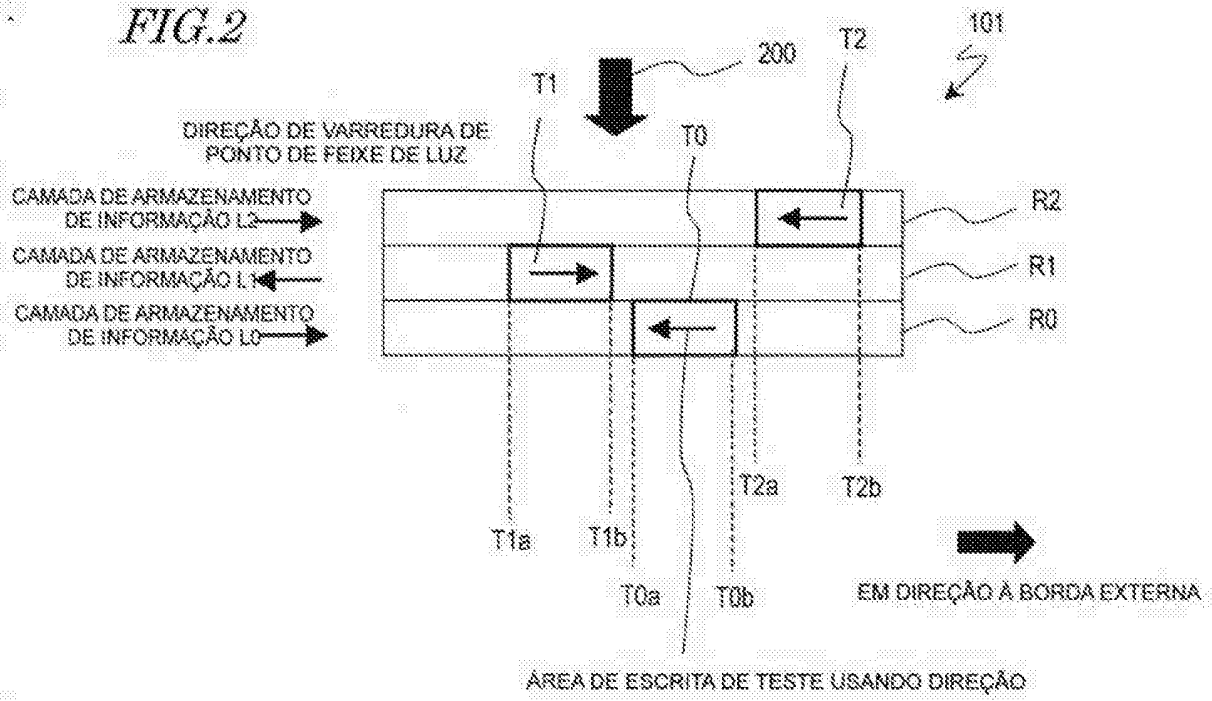

101
200
T2
T1
T0
DIREÇÃO DE VARREDURA DE PONTO DE FEIXE DE LUZ
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L2
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L1
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L0
R2
R1
R0
T2a
T2b
T1a
T1b
T0a
T0b
EM DIREÇÃO À BORDA EXTERNA
ÁREA DE ESCRITA DE TESTE USANDO DIREÇÃO

FIG.3

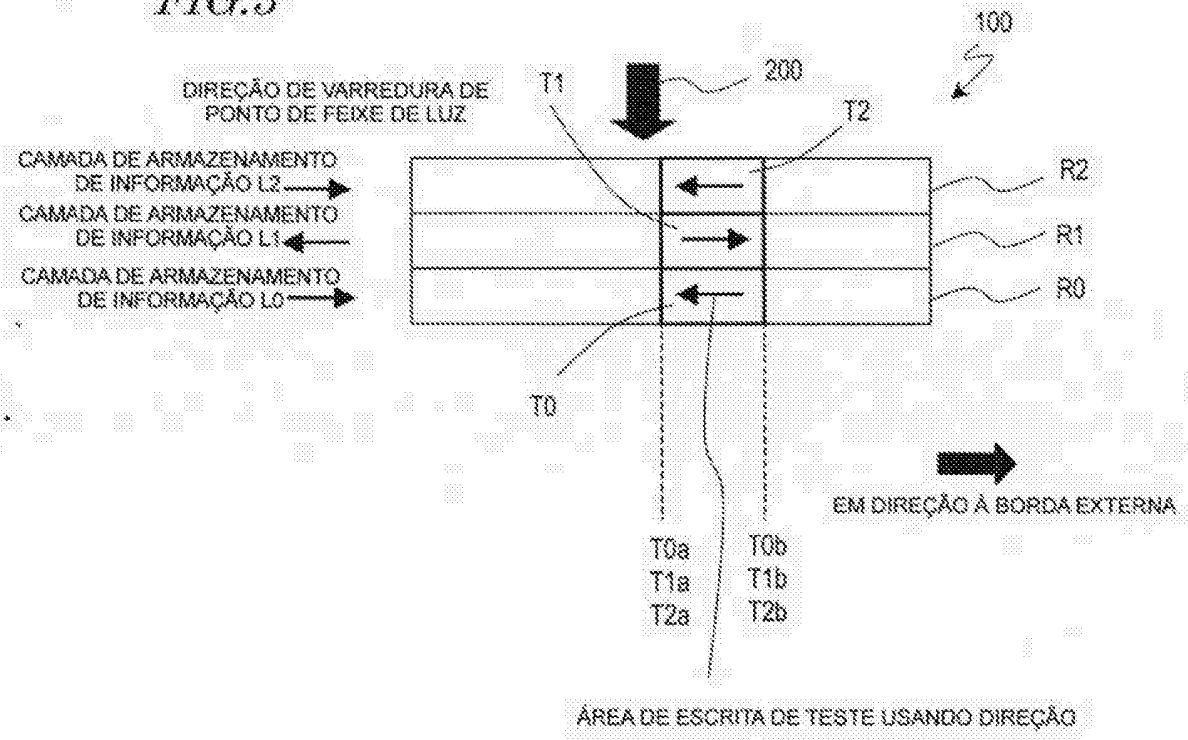
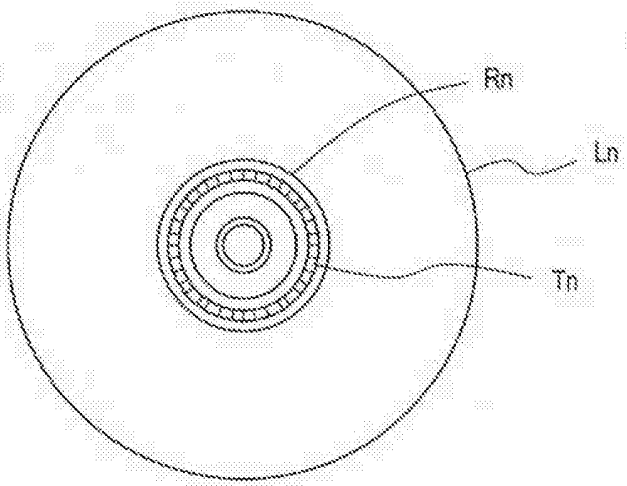
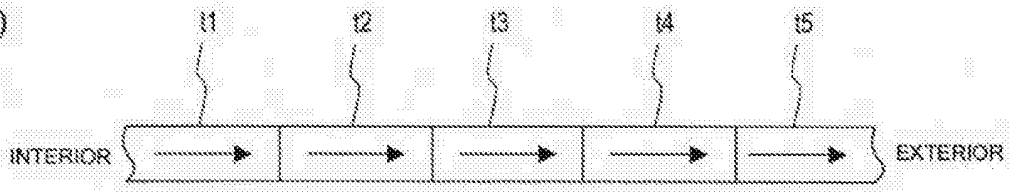

100
200
T1
T2
DIREÇÃO DE VARREDURA DE PONTO DE FEIXE DE LUZ
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L2
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L1
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L0
R2
R1
R0
T0
EM DIREÇÃO À BORDA EXTERNA
T0a
T1a
T2a
T0b
T1b
T2b
ÁREA DE ESCRITA DE TESTE USANDO DIREÇÃO

FIG.4

(a)


Rn
Ln
Tn

(b)


I1
I2
I3
I4
I5
INTERIOR
EXTERIOR

(c)

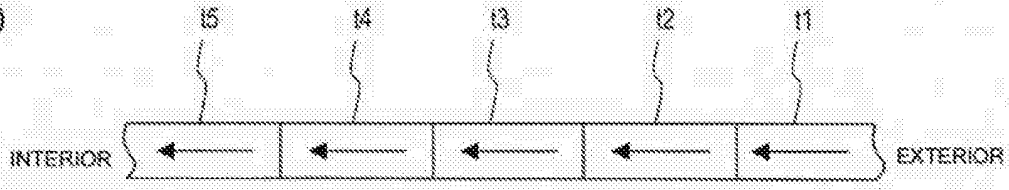
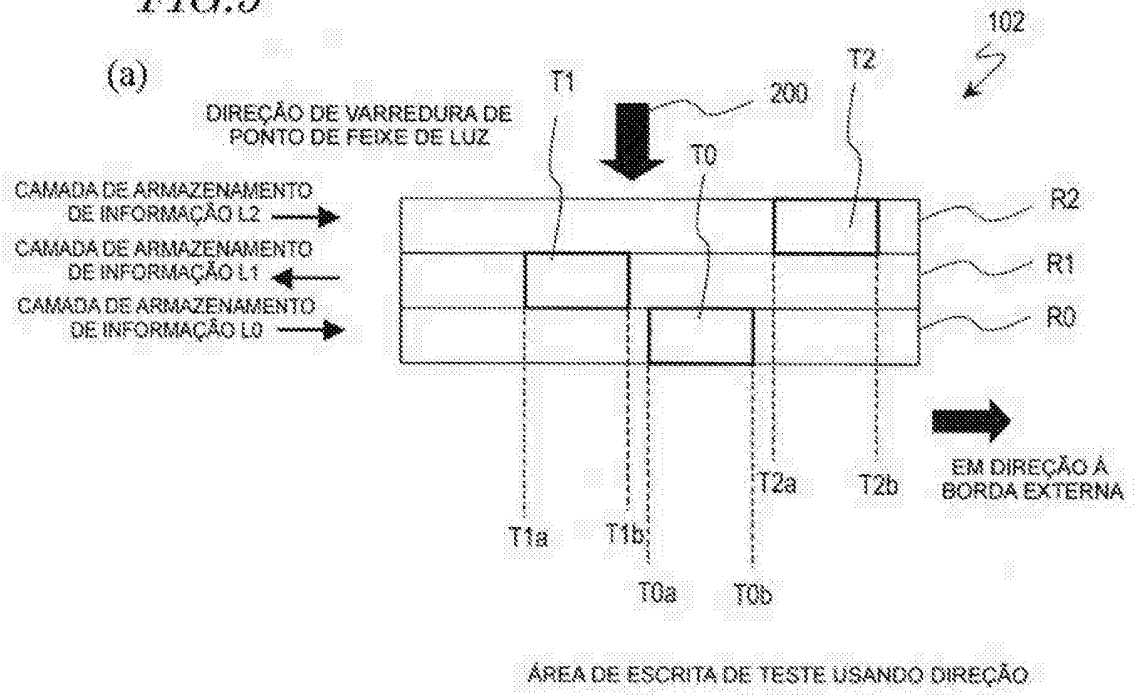

I5
I4
I3
I2
I1
INTERIOR
EXTERIOR

FIG.5


(a)
102
T1
T2
200
T0
DIREÇÃO DE VARREDURA DE PONTO DE FEIXE DE LUZ
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L2
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L1
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L0
R2
R1
R0
T2a
T2b
EM DIREÇÃO À BORDA EXTERNA
T1a
T1b
T0a
T0b
ÁREA DE ESCRITA DE TESTE USANDO DIREÇÃO

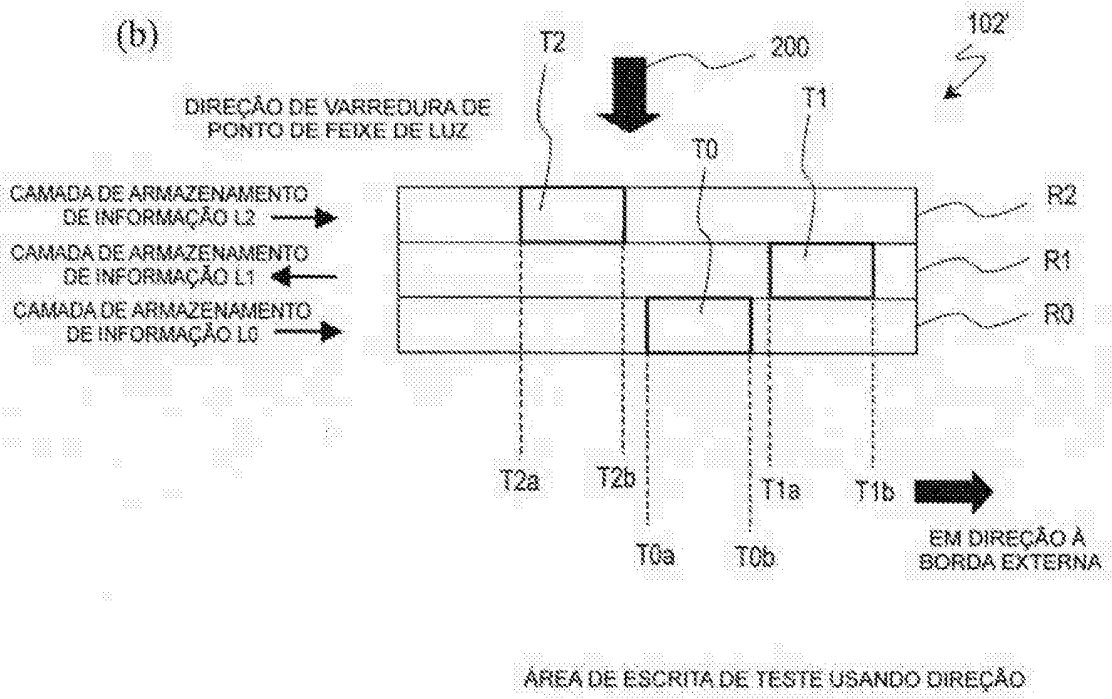

(b)
102'
T2
200
T1
T0
DIREÇÃO DE VARREDURA DE PONTO DE FEIXE DE LUZ
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L2
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L1
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L0
R2
R1
R0
T2a
T2b
T1a
T1b
EM DIREÇÃO À BORDA EXTERNA
T0a
T0b
ÁREA DE ESCRITA DE TESTE USANDO DIREÇÃO

FIG.6

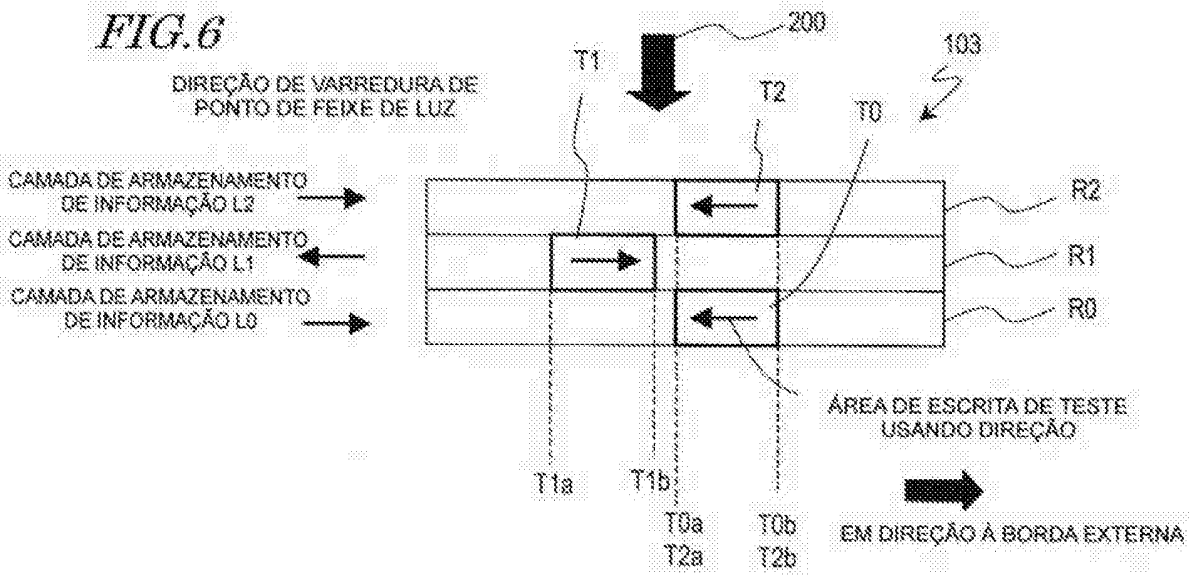


FIG.7

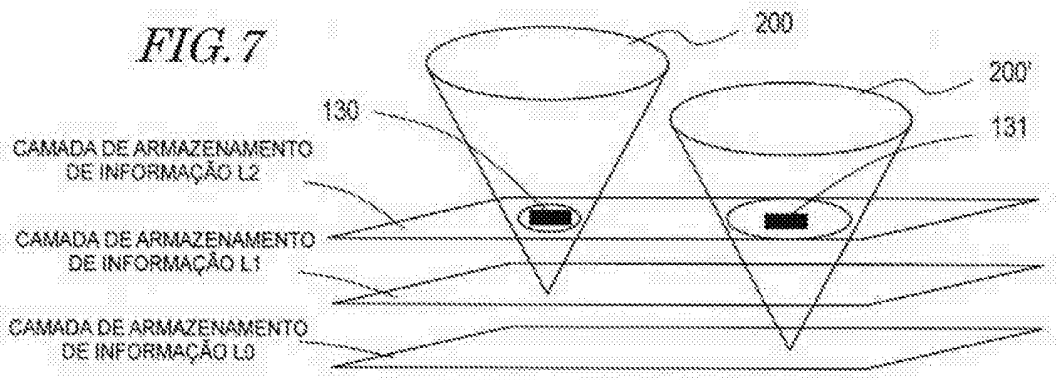


FIG.8

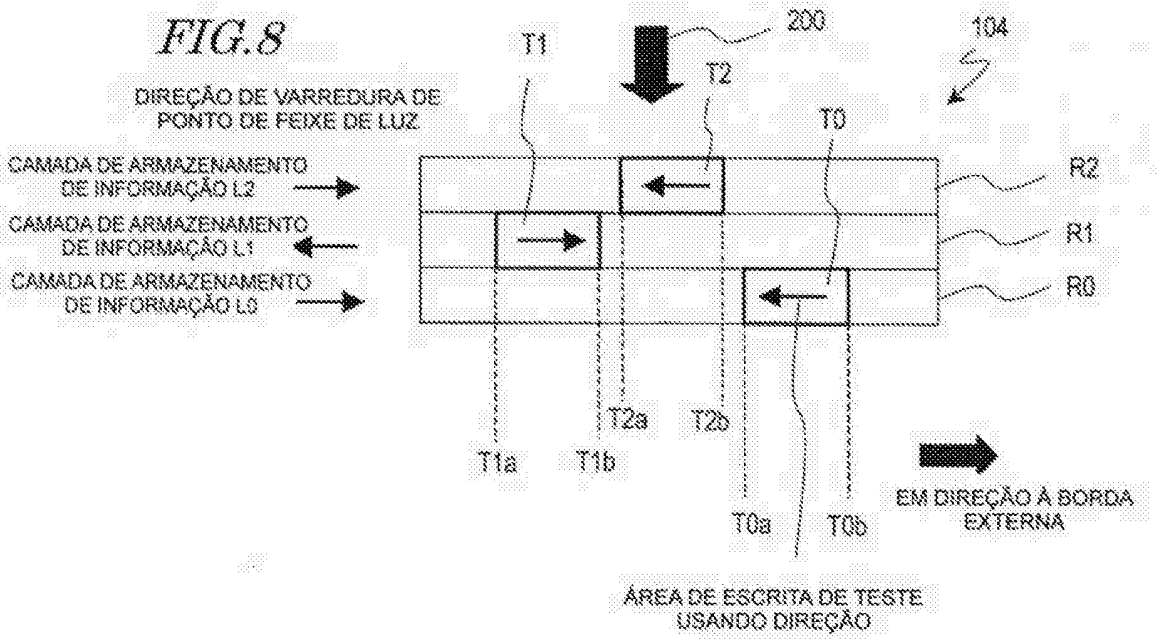


FIG.9

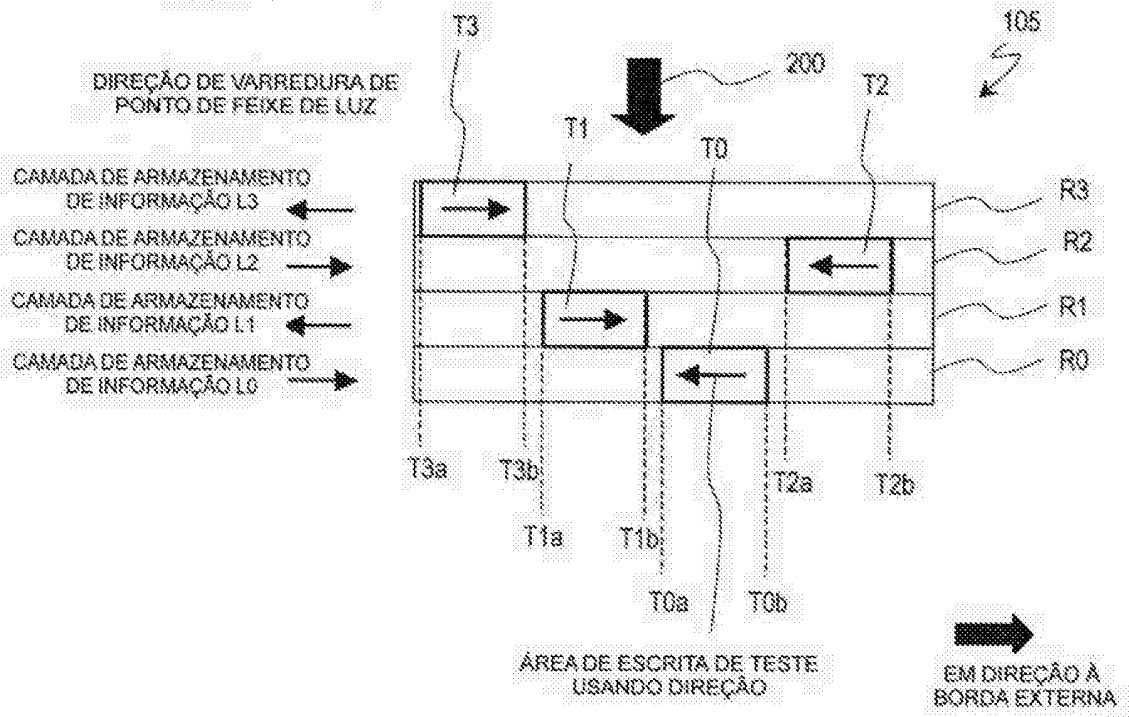

DIREÇÃO DE VARREDURA DE PONTO DE FEIXE DE LUZ
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L3
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L2
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L1
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L0
105
200
T3
T2
T1
T0
R3
R2
R1
R0
T3a
T3b
T2a
T2b
T1a
T1b
T0a
T0b
ÁREA DE ESCRITA DE TESTE USANDO DIREÇÃO
EM DIREÇÃO À BORDA EXTERNA

FIG.10

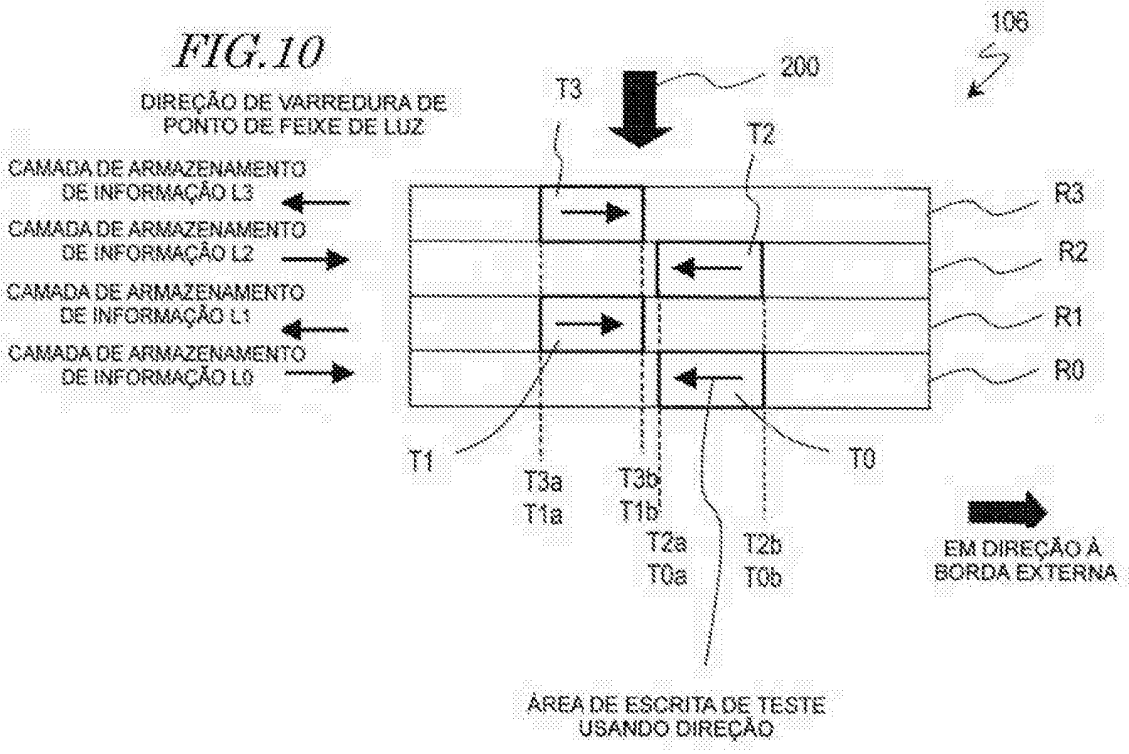

DIREÇÃO DE VARREDURA DE PONTO DE FEIXE DE LUZ
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L3
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L2
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L1
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L0
106
200
T3
T2
R3
R2
R1
R0
T1
T0
T3a
T1a
T3b
T1b
T2a
T0a
T2b
T0b
EM DIREÇÃO À BORDA EXTERNA
ÁREA DE ESCRITA DE TESTE USANDO DIREÇÃO

FIG.11

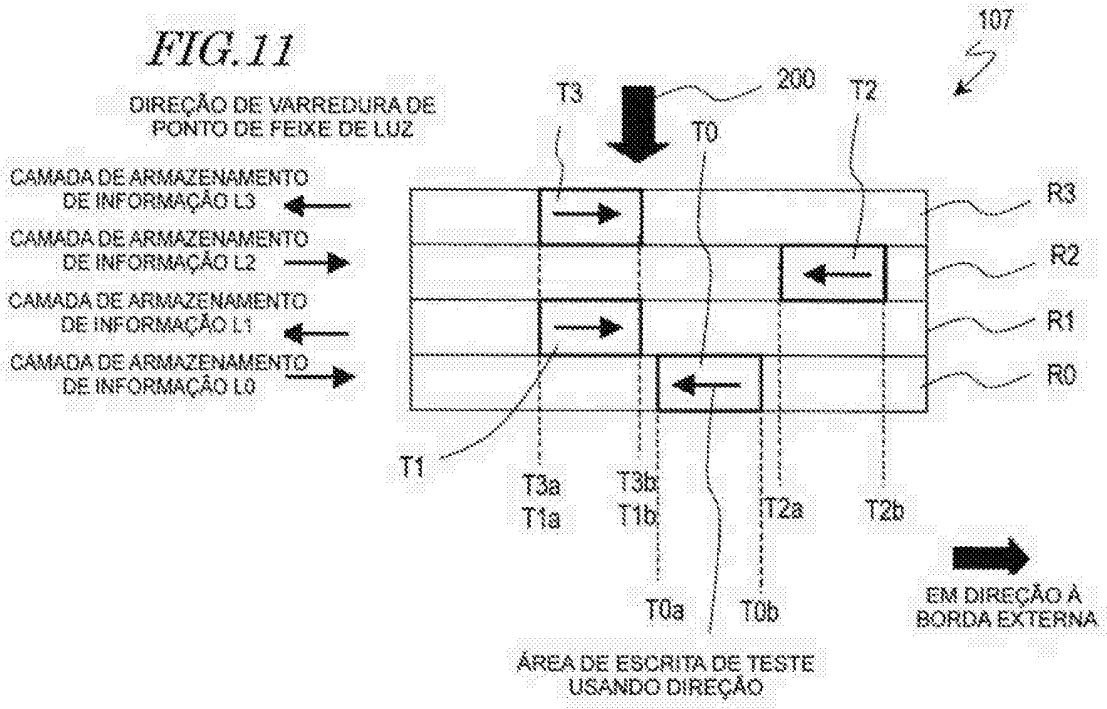

107
DIREÇÃO DE VARREDURA DE PONTO DE FEIXE DE LUZ
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L3
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L2
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L1
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L0
T3
200
T2
T0
R3
R2
R1
R0
T1
T3a
T1a
T3b
T1b
T2a
T2b
T0a
T0b
EM DIREÇÃO À BORDA EXTERNA
ÁREA DE ESCRITA DE TESTE USANDO DIREÇÃO

FIG.12

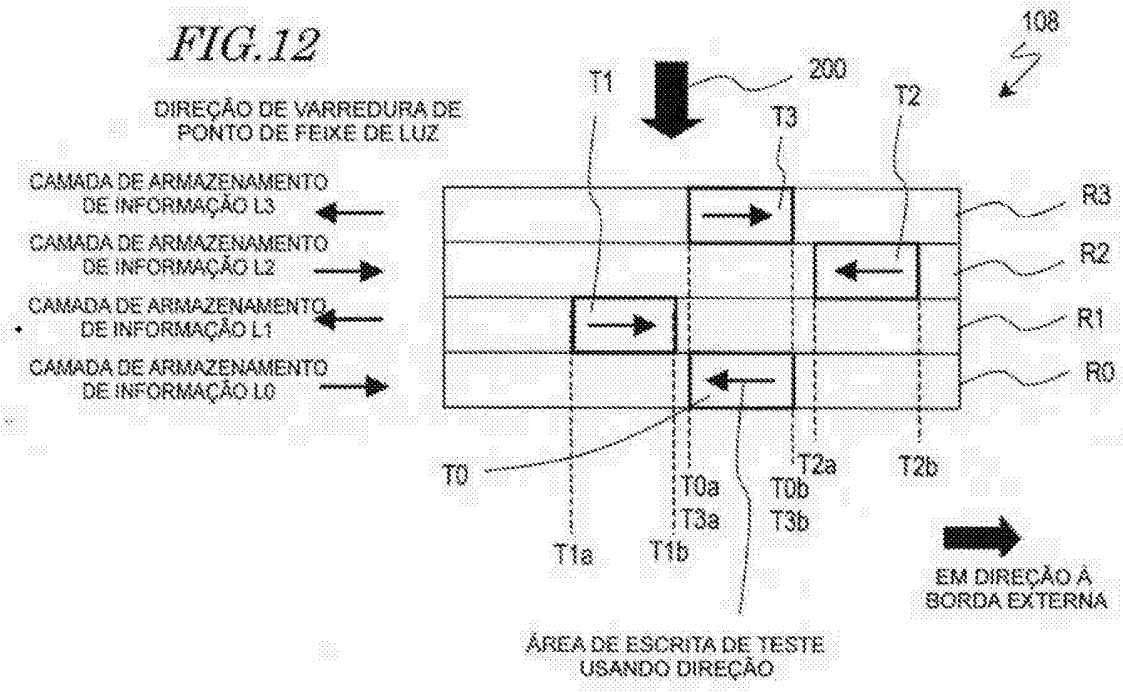

108
DIREÇÃO DE VARREDURA DE PONTO DE FEIXE DE LUZ
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L3
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L2
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L1
CAMADA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO L0
T1
200
T3
T2
R3
R2
R1
R0
T0
T0a
T3a
T0b
T3b
T2a
T2b
T1a
T1b
EM DIREÇÃO À BORDA EXTERNA
ÁREA DE ESCRITA DE TESTE USANDO DIREÇÃO

FIG.13

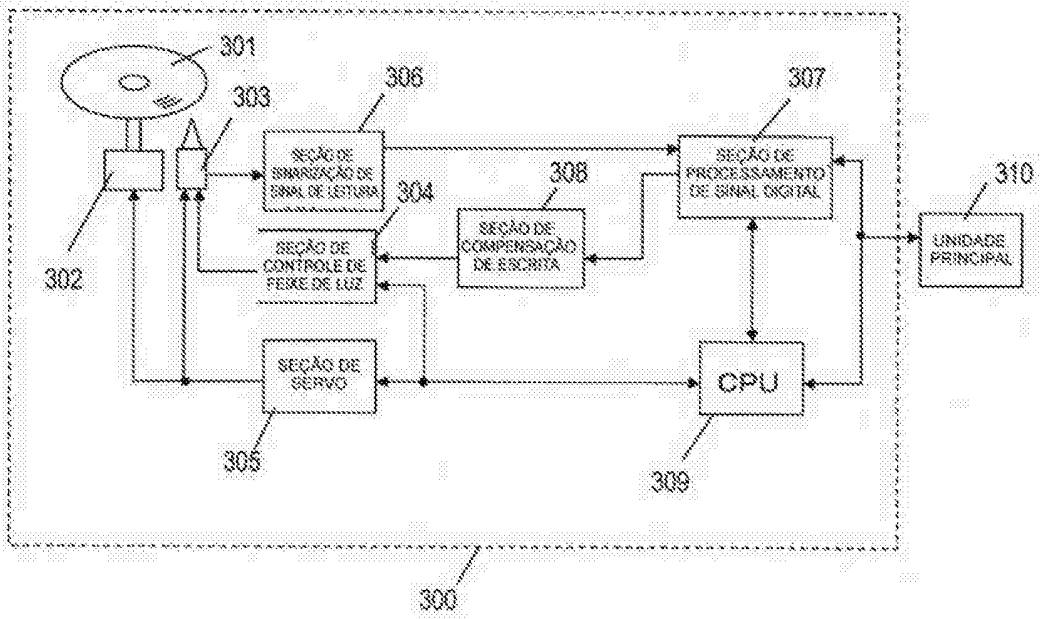


FIG.14

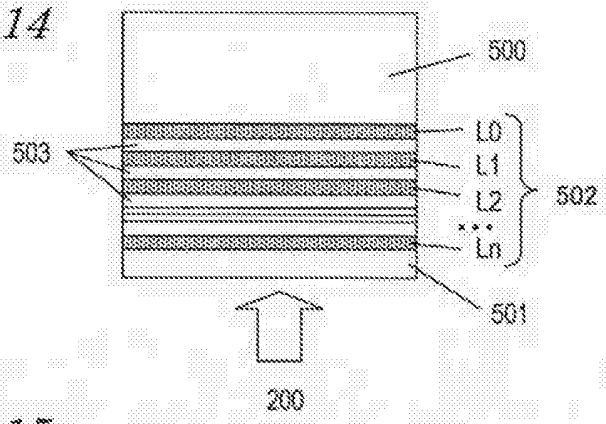


FIG.15

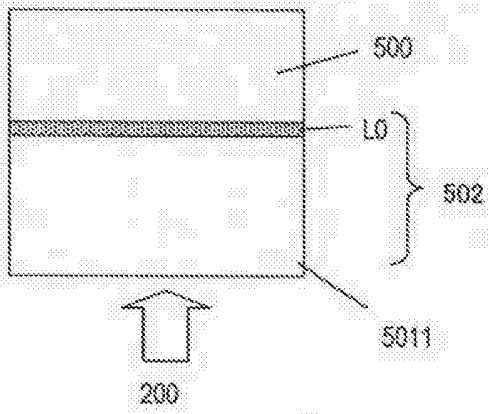


FIG.16

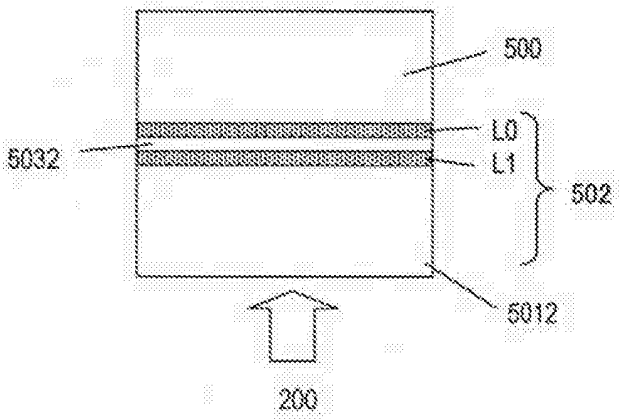


FIG.17

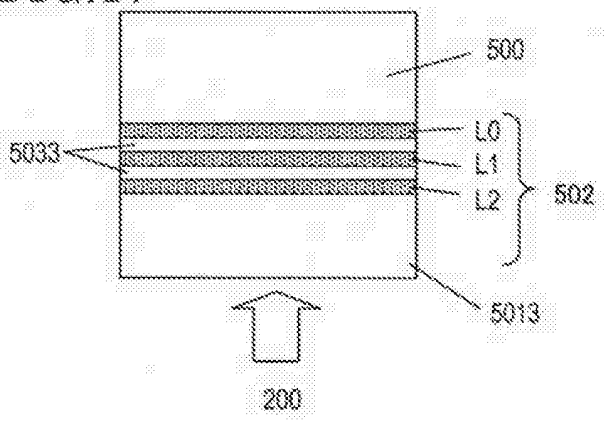


FIG.18

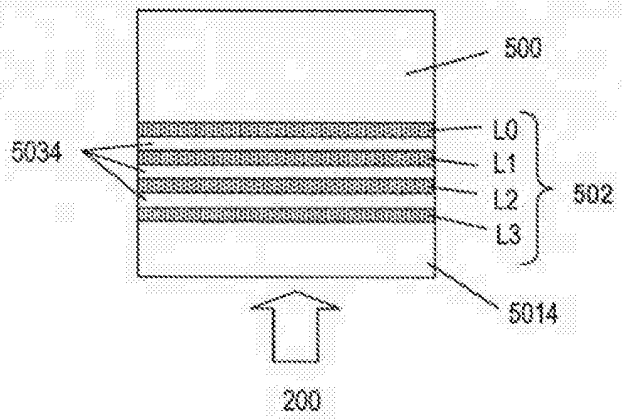


FIG.19

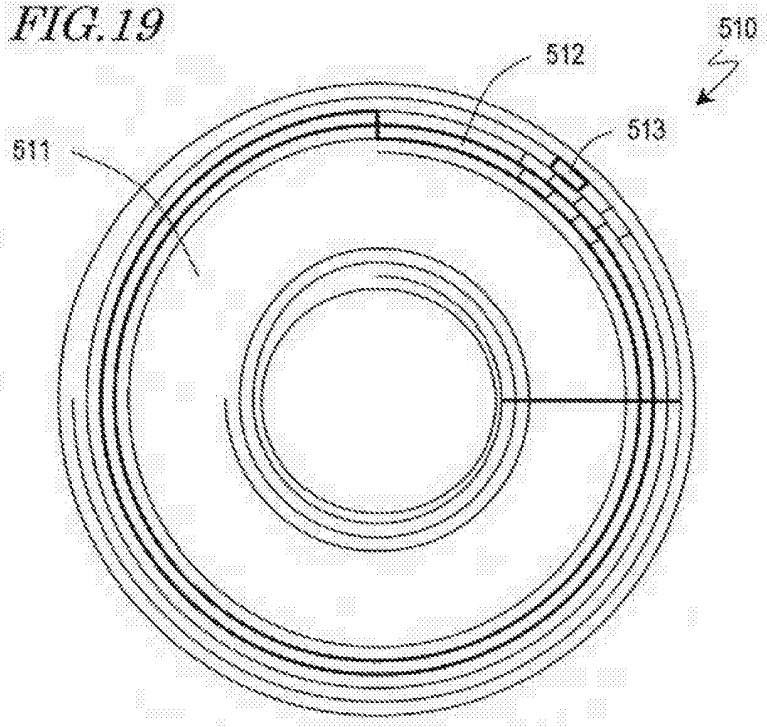


FIG.20

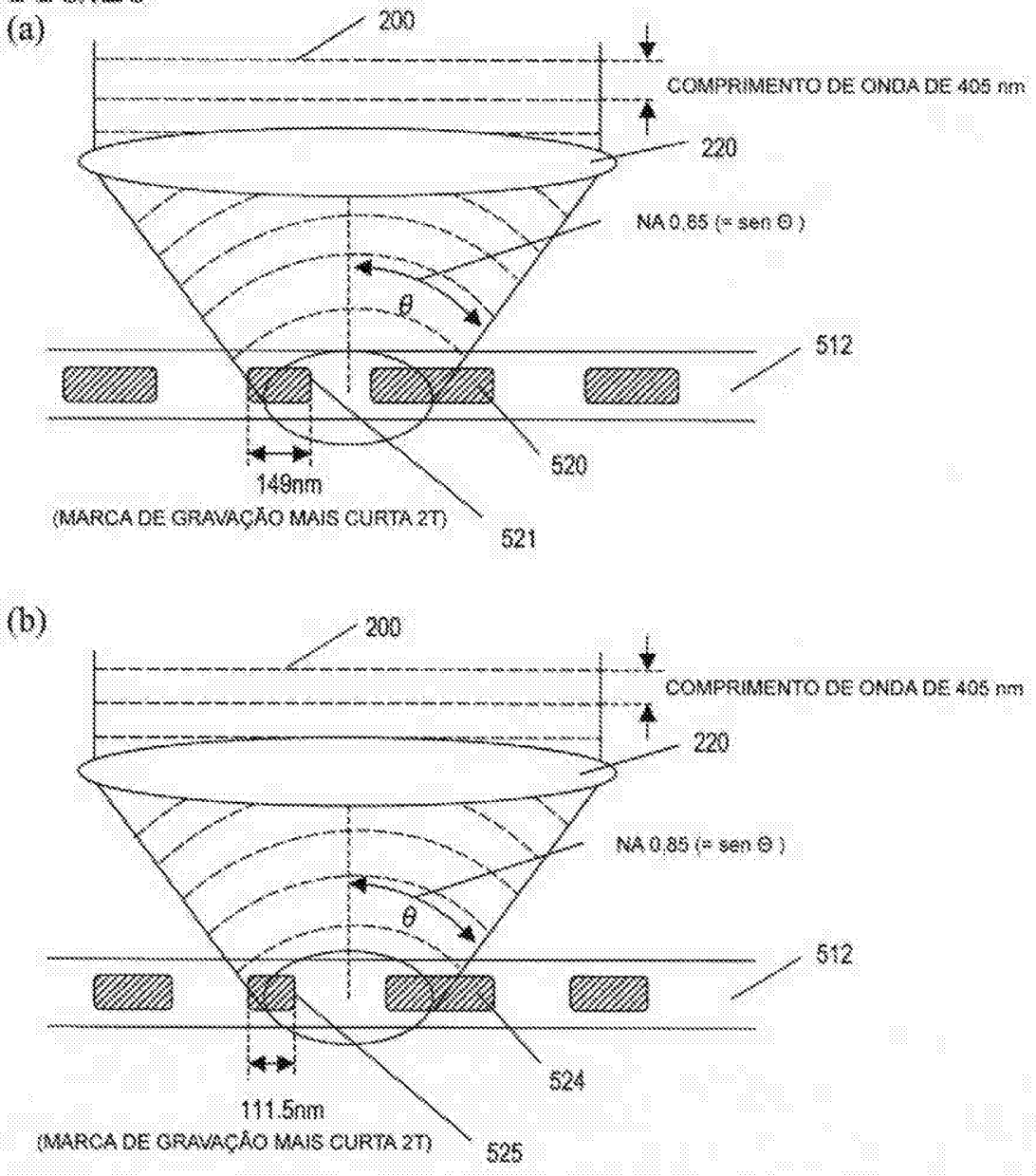

(a)
200
COMPRIMENTO DE ONDA DE 405 nm
220
NA 0,85 (= sen Θ)
θ
512
520
149nm
(MARCA DE GRAVAÇÃO MAIS CURTA 2T)
521
(b)
200
COMPRIMENTO DE ONDA DE 405 nm
220
NA 0,85 (= sen Θ)
θ
512
524
111,5nm
(MARCA DE GRAVAÇÃO MAIS CURTA 2T)
525

FIG.21

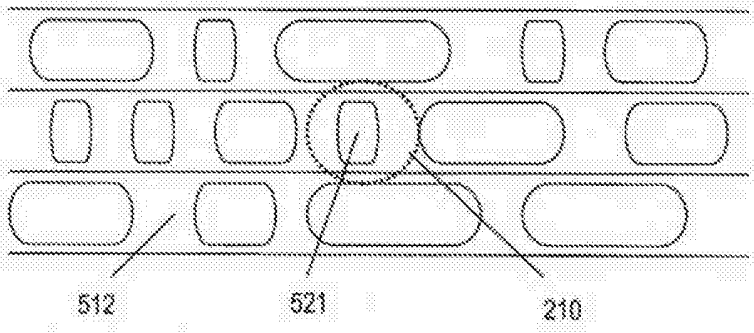

512
521
210

FIG.22

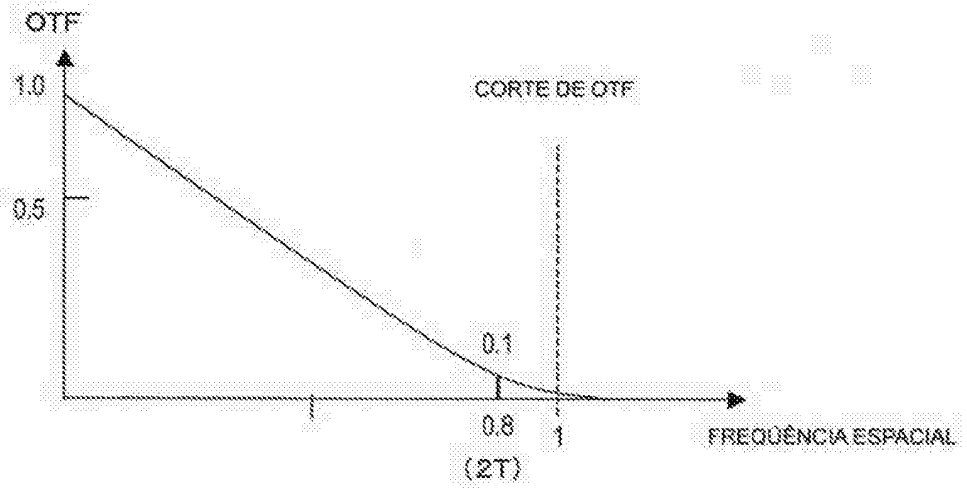
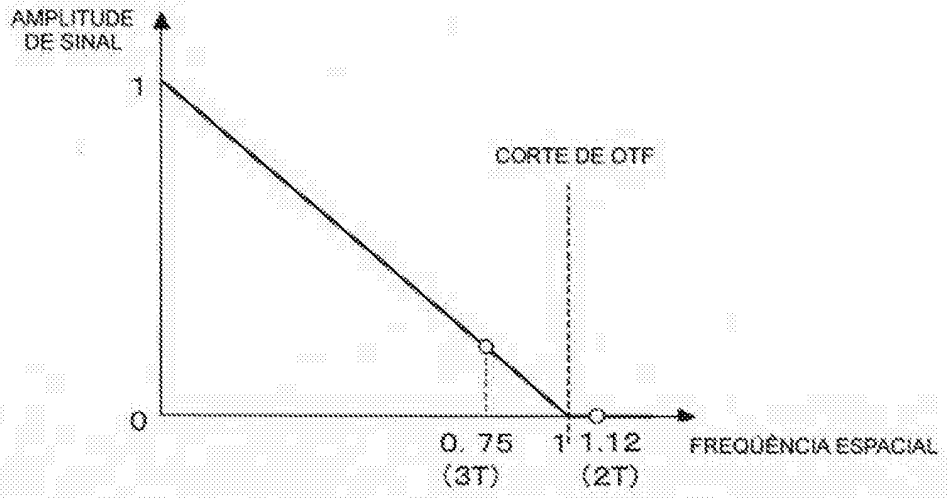

OTF
1.0
0.5
CORTE DE OTF
0.1
0.8
(2T)
1
FREQUÊNCIA ESPACIAL

FIG.23


AMPLITUDE
DE SINAL
1
0
CORTE DE OTF
0. 75
(3T)
1
1.12
(2T)
FREQUÊNCIA ESPACIAL

RESUMO

Patente de Invenção: **"MEIO DE GRAVAÇÃO DE INFORMAÇÃO E DISPOSITIVO DE GRAVAÇÃO DE INFORMAÇÃO".**

A presente invenção refere-se a um meio de armazenamento de informação que tem n camadas de armazenamento de informação (onde n é um inteiro e $n \geq 3$), nas quais dados podem ser escritos com um feixe de laser e as quais são empilhadas umas sobre as outras. Cada uma das n camadas de armazenamento de informação tem uma zona de escrita de teste para a determinação da potência de gravação do feixe de laser. Quando aquelas n camadas de armazenamento de informação são contadas a partir de uma que está localizada mais distante da superfície do meio no qual o feixe de laser é incidente, há uma maior diferença de localização radial entre a extremidade periférica externa da zona interna das zonas de escrita de teste da iésima e da (i+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde i é um inteiro que satisfaz a $2 \leq i \leq n-1$) e a extremidade periférica interna da outra zona de escrita de teste externa do que entre a extremidade periférica externa da zona interna das zonas de escrita de teste de j-ésima e (j+1)-ésima camadas de armazenamento de informação (onde j é um inteiro que satisfaz a $1 \leq j \leq i-1$) e a extremidade periférica interna da outra zona de escrita de teste externa.