

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年4月1日(01.04.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/035444 A1

(51) 国際特許分類:

G11B 7/0045 (2006.01) G11B 7/125 (2006.01)
G11B 7/007 (2006.01) G11B 7/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/004709

(22) 国際出願日: 2009年9月18日(18.09.2009)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2008-250150 2008年9月29日(29.09.2008) JP
特願 2008-283432 2008年11月4日(04.11.2008) JP
特願 2008-307389 2008年12月2日(02.12.2008) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高橋宜久 (TAKAHASHI, Yoshihisa). 植田宏 (UEDA, Hiroshi). 伊藤基志 (ITO, Motoshi).

(74) 代理人: 奥田誠司 (OKUDA, Seiji); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目8番16号 大阪

証券取引所ビル10階 奥田国際特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

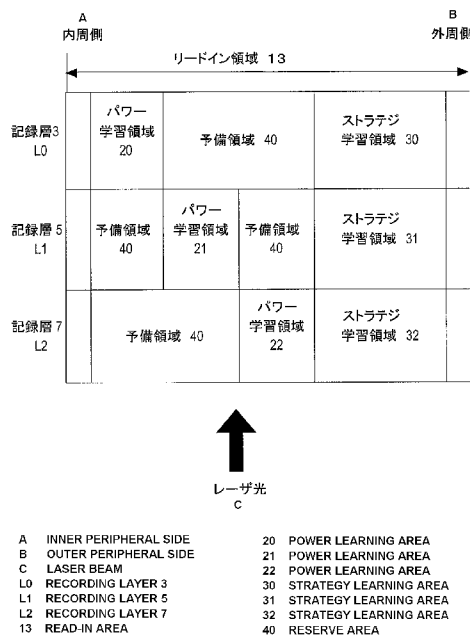
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION RECORDING MEDIUM, RECORDING METHOD, AND REPRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: 情報記録媒体、記録方法および再生方法

[図3A]



(57) Abstract: Provided is an information recording medium, in which when recording learning (test recording), such as power learning or strategy learning, is performed in an area for recording learning (a recording learning area or a test area) provided in each of a plurality of recording layers, it is possible to minimize the effect on recording learning performed in any of the other recording layers. In the recording medium, data is recorded on at least one of a plurality of recording layers by laser beams entering from one of the surfaces of the recording medium. The plurality of recording layers include a first recording layer and second to N-th recording layers (N is an integer not smaller than 3) which are disposed in order from the side of the first recording layer in the direction toward the light entrance surface from which the laser beams enter the medium. Each of the plurality of recording layers comprises a first learning area and a second learning area positioned on the outer peripheral side to the first learning area. The first learning area provided in each of the first to N-th recording layers is disposed at the radius position different from that at which the first recording learning area is disposed in any of the other recording layers, and the second learning area provided in each of the first to N-th recording layers is disposed at the same radius position as that at which the second recording learning area is disposed in any of the other recording layers.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/035444 A1



複数の記録層のそれぞれに備えられる記録学習用の領域（記録学習領域またはテスト領域）でパワー学習やストラテジ学習などの記録学習（テスト記録）を行う際に、他の記録層での記録学習に及ぼす影響を最小化させる。記録媒体には、一方の面から入射したレーザ光により複数の記録層うちの少なくとも1層にデータが記録される。複数の記録層は、第1の記録層と、第1の記録層からレーザ光が入射する入射面の方向に順に配置された第2～第Nの記録層（Nは3以上の整数）を含む。複数の記録層のそれぞれは、第1の学習領域と、第1の学習領域よりも外周側に位置する第2の学習領域とを備えている。第1～第Nの記録層それぞれに配置された第1の学習領域は、他の記録層の第1の記録学習領域とは異なる半径位置に配置され、第1～第Nの記録層それぞれに配置された第2の学習領域は、他の記録層の第2の記録学習領域と同一の半径位置に配置される。

明 細 書

発明の名称： 情報記録媒体、記録方法および再生方法

技術分野

[0001] 本発明は、記録調整（すなわち記録学習）用の領域を含む複数の記録層を備えた情報記録媒体、その記録媒体に対する記録再生方法、および、記録再生装置に関する。より具体的には、本発明は、複数の記録層を備えた、ＢＤ－Ｒなどの追記型光ディスク、ＢＤ－ＲＥなどの書換型光ディスク等に有効な情報記録媒体、そのような情報記録媒体を利用した情報の記録再生方法、および、記録再生装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、大容量で交換可能な情報記録媒体、およびそれを扱うディスクドライブ装置が広く普及している。

[0003] 従来の大容量で交換可能な情報記録媒体としては、ＤＶＤやＢｌｕ－ｒａｙ Ｄｉｓｃ（以下、ＢＤとも記載する。）といった光ディスクが良く知られている。光ディスクドライブ装置は、レーザ光を用いて光ディスク上に微小なピット（記録マーク）を形成することによって記録再生を行う装置であり、大容量で交換可能な情報記録に適している。ＤＶＤは赤色レーザ光、ＢＤは赤色レーザより波長が短い青色レーザ光を用いることが特徴であり、それによりＢＤはＤＶＤよりも記録密度を高め、大容量化を実現している。

[0004] 更に近年では、より大容量化を実現するための１つの方法として多層化、つまり記録膜を複数備えるような光ディスクの開発が盛んで、既にＤＶＤやＢＤでは記録層を２層備えた２層ディスクが商品化されており、今後も６層や８層といった更なる多層化が予想される。

[0005] 図１は、記録層を３層備えた３層光ディスクの概念図である。光ディスク１は基板２の上に記録層３、記録層５、記録層７が積み重ねられ、更に各記録層の間には記録層の保護的な役割を担う中間層４、中間層６を備え、ディスク表面はポリカーボネート樹脂等で形成されたカバー層８で覆われた形で

形成されている。光レーザはディスク表面であるカバー層 8 側から照射される。また、基板 2 に接して形成された記録層、つまりディスク表面から遠い記録層を基準とし、基準層側から順に、記録層 3 は L 0 層、記録層 5 は L 1 層、記録層 7 は L 2 層と呼ばれる。以降、本明細書ではこの呼び方を採用する。なおこの呼び方はあくまで一例であり、ディスク表面に近い側から L 0 層、L 1 層と呼ぶような場合もある。

[0006] 図 2 は、一般的な光ディスクの記録層における領域構成図である。円盤状の光ディスク 1 の記録層には、スパイラル状に多数のトラック 1 1 が形成されており、各トラック 2 には細かく分けられた多数のブロック 1 2 が形成されている。

[0007] ここで、トラック 1 1 の幅（トラックピッチ）は、例えば BD では $0.32\mu\text{m}$ である。またブロック 1 2 は、エラー訂正の単位であり、記録および再生動作が行われる最小の単位である。例えば、DVD の場合には 1 ECC（サイズ： 32KByte ）、BD の場合には 1 クラスタ（サイズ： 64Kbyte ）といったサイズであり、光ディスクのデータの最小単位であるセクタ（サイズ： 2KByte ）という単位を用いて説明すると、 $1\text{ECC} = 16\text{セクタ}$ 、 $1\text{クラスタ} = 32\text{セクタ}$ となる。

[0008] 各記録層は、リードイン領域 1 3 とデータ領域 1 4 とリードアウト領域 1 5 から構成される。

[0009] データ領域 1 4 とは、音楽やビデオなどのリアルタイムデータや文章やデータベースなどのコンピュータデータなど、ユーザによって任意の情報が記録可能な領域である。

[0010] リードイン領域 1 3 は、光ディスク 1 の径方向に向かってデータ領域 1 4 より内周側に位置する。またリードアウト領域 1 5 は光ディスク 1 の径方向に向かってデータ領域 1 4 より外周側に位置する。これらの領域は、光ディスク 1 に関する管理情報を記録するための領域（DMA 領域や一時的 DMA 領域）や、記録パワーなどの調整用領域（OPC（Optimum Power

er Control) 領域) 等を備えており、さらに光ピックアップ (図示せず) のオーバーランを防ぐ役割を果たす。

- [0011] ところで、このような光ディスクへの記録においては、最適な記録条件 (例えば記録パワーや、「ストラテジ」と呼ばれるパルスの発生タイミングやパルスの長さ等) で記録することが記録再生品質の観点からも重要であり、そのために光ディスクの所定の領域において試し記録 (以降、記録学習 (Power Calibration) と呼ぶ) を行なうことで最適なパワー、ストラテジを求めるという方法が広く用いられている (例えば特許文献 1)。
- [0012] 記録学習は、リードイン領域 13 やリードアウト領域 15 などに備えられた記録学習領域 (以降、OPC 領域とも呼ぶ) において実施される。
- [0013] 図 18 は、一般的な記録学習手順を示したフロー図である。
- [0014] ステップ 1801 : 記録パワーの調整 (以降、パワー学習と呼ぶ) を行う。具体的には、記録パワーを段階的に変えながらの記録 (階段記録) を行い、記録した領域の記録品質 (例えば変調度や BER (Block Error Rate) 等) を測定し、記録品質が最も良くなる最適なパワーを求める。
- [0015] ステップ 1802 : 記録パワーを固定して、記録ストラテジの調整 (以降、ストラテジ学習と呼ぶ) を行う。具体的には、ステップ 1801 で求めた最適パワーで記録パワーを固定させ、パルス幅を変えながら記録を行ない、記録した領域の記録品質を測定し、記録品質が最も良くなる最適なストラテジを求める。
- [0016] BD などの光ディスクでは、光レーザを記録層に照射し、例えばアモルファス状態から結晶状態に変化させることによってデータが記録される。このように記録層の状態が変化するため、光の透過率と反射率 (つまり光学特性) が変化する。すなわち記録済みの領域と未記録の領域では、光学特性が異なるという特徴を持つ。
- [0017] そのため記録層を 2 層以上備えた光ディスクでは、最適な記録パワーの学

習を行う際に、他層の記録状態（記録済み状態か未記録の状態か）によって求まるパワーに差が生じるという課題がある。具体的には、例えば記録パワーの調整の際に過大なパワーでの記録を行なってしまう、学習に用いた領域を破壊してしまうことで、破壊した領域に対応する他層の領域の記録特性に影響を与えることもある。また破壊に至るような極端に大きな記録パワーでなくとも、記録されたパワーの大小によっても透過率は異なる。特に、ディスクに適した記録パワーではないパワーで記録を行なった領域は、ディスクに適したパワーで記録を行なった領域と比べて透過率の変化が大きくなり、その影響を受けやすい。

[0018] 多層光ディスクでは、レーザ光が通過する記録層の記録状態によってレーザ光の透過率が変動する。そのため、レーザ光の入射面から数えて2層目より深い（入射面から遠い）位置の記録層では、その記録層の手前（レーザ光の入射面側）の記録層の記録状態によって、同じ記録層内であっても記録特性に差が生じてしまう。特にパワーを変えながら記録を行うパワー学習を行なった領域は、パワー学習の際には最適な記録パワーを求めるために光ディスクに適した範囲を超える記録パワーで記録が行われる可能性もある。パワー学習を行った領域は最も透過率に影響を与える領域の1つである。

[0019] そのため、ある記録層に情報を記録するために、より浅い他層でのパワー学習で使用された領域をレーザ光が通過する場合には、レーザ光は他層の透過率バランスの影響を大きく受けてしまうことになる。そのような透過率がばらついた状態で記録された領域の記録品質から最適な記録パワーを求めようとしても、正しい適正パワーを求めることが出来ない。そのため、これらの課題を回避する方法として、OPC領域の配置に制約を設ける方法が良く知られている（例えば特許文献2や特許文献3）。

[0020] 図19は、記録層を2層備えた光ディスクにおけるOPC領域の配置を示した図である。記録層L0に配置される第1の記録学習領域200と記録層L1に配置される第2の記録学習領域201とが異なる半径範囲内の位置に配置されている。さらに記録学習領域とディスク表面（レーザ光の入射面）

との間に存在する他層の領域は、リザーブ領域（未使用領域のことで、予備領域とも呼ぶ）として確保されている。図19の例では、記録層L1では、第1の記録学習領域200と同じ半径範囲の領域（第1の記録学習領域200に対応する記録層L1の領域）がリザーブ領域210（未使用領域）として確保されている。例えば1回のみ記録可能な追記型メディアの場合、未使用領域であるリザーブ領域は未記録な状態となる。これにより、どちらの記録層の記録学習領域を使用する場合にも記録学習領域にレーザ光が届くまでの間に記録済み領域が存在しないため、他記録層の透過率の影響を受けず、常に同一条件下で記録学習が出来る。

- [0021] また記録層が2層より多くなった場合も考慮し、例えば特許文献3は、奇数番目の記録層におけるOPC領域と、これに隣接する偶数番目の記録層のOPC領域とが異なる半径範囲位置に配置される構成が例示されている。つまり、奇数層同士、偶数層同士は同一半径範囲位置に各OPC領域が配置されても良い。または、各層とも異なる半径範囲位置にOPC領域が配置される。

先行技術文献

特許文献

- [0022] 特許文献1：特開2007-305188号公報
特許文献2：特開2005-038584号公報
特許文献3：特表2007-521606号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0023] しかしこの方法では、記録層が増えていった場合に次のような問題が生じる。最も大きな問題は、記録層が増えていくに従って、OPC領域、予備領域の確保が困難になるという点である。
- [0024] 図20（A）および（B）は、従来例の方法で記録層が3層の場合のOPC領域の配置を示した図である。説明の都合上、各記録層のOPC領域のサ

イズを一定サイズ（例えば、Sクラスタ）であるとして説明を行う。図20（A）に示すように、異なる半径位置に各層のOPC領域を確保しようとした場合は、3層ディスクの場合は各層は $3 \times S$ クラスタ分のサイズを要してしまう。そのうち、予備領域に相当する $2 \times S$ クラスタ分の領域が使用出来ない領域となる。リードイン領域13もしくはリードアウト領域15のサイズが有限であることを考えると、層が増えるに従って予備領域、つまり使用出来ない領域のサイズが増えてしまう。また、記録層の数が増えると、予備領域が増加する影響で、リードイン領域またはリードアウト領域内にOPC領域を確保することが困難になることが予想される。

[0025] また図20（B）に示すように、奇数層同士、偶数層同士は同一半径位置に配置する場合を考えると、必要になる領域サイズは記録層を2層備えた場合と同じ $2 \times S$ であるが、この場合は上述したように他層の記録状態によって求まるパワーに差が生じるという課題を解消できない。

[0026] またこれとは別の方法として、例えばOPC領域を確保するためにリードイン領域13、あるいはリードアウト領域15のサイズを大きくするという方法も考えられる。しかしながら、これらの領域のサイズが大きくなれば、その分データ領域14のサイズが小さくなってしまう。つまりOPC領域のサイズを確保するためにデータ領域14のサイズを削ってしまった場合には、ユーザデータを記録できる容量が減ってしまい、ユーザにとってデメリットが生じてしまう。よって、リードイン領域13、リードアウト領域15のサイズは出来るだけ小さい方が好ましい。

[0027] またさらに、図20の（A）のように各層のOPC領域を異なる半径位置に確保するための方法として、OPC領域のサイズを小さくすることが考えられる。これにより、リードイン領域13、もしくはリードアウト領域15に占めるOPC領域（プラス予備領域）の割合を抑えることが可能となる。しかしながら、OPC領域のサイズが小さくなるとそれだけ記録学習を行うことが出来る回数が減ってしまう。一般的に記録学習が出来ないメディア（記録層）では記録パワー等が保証できないため、情報の記録が禁止されるこ

とが多い。O P C領域のサイズを小さくし、記録学習が出来なくなった場合には、もはやそれ以上記録できなくなるため、ユーザにとってデメリットを生ずる可能性が高まり、これも好ましくない。

- [0028] 本発明は、上記の問題点を鑑みてなされたものであり、その目的は、複数の記録層のそれぞれに備えられる記録学習用の領域（記録学習領域またはテスト領域）でパワー学習やストラテジ学習などの記録学習（テスト記録）を行う際に、他の記録層での記録学習に及ぼす影響を最小化させることにある。また他の目的は、記録学習領域が備えられるリードイン領域やリードアウト領域において、記録学習領域を効率的に配置することでリードイン領域やリードアウト領域の増加や（ユーザ）データ領域の減少を防ぐことが可能な領域配置の情報記録媒体およびその使用方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0029] 本発明による情報記録媒体は、一方の面から入射したレーザ光により複数の記録層うちの少なくとも1層にデータが記録される情報記録媒体であって、前記複数の記録層は、第1の記録層と、前記第1の記録層から前記レーザ光が入射する入射面の方向に順に配置された第2～第Nの記録層（Nは3以上の整数）を含み、前記複数の記録層のそれぞれは、第1の学習領域と、前記第1の学習領域よりも外周側に位置する第2の学習領域とを備え、前記第1～第Nの記録層それぞれに配置された前記第1の学習領域は、他の記録層の第1の記録学習領域とは異なる半径位置に配置され、前記第1～第Nの記録層それぞれに配置された前記第2の学習領域は、他の記録層の第2の記録学習領域と同一の半径位置に配置される。
- [0030] 前記第2の学習領域で使用される記録パワーの変動率幅は、前記第1の学習領域で使用される記録パワーの変動率幅以下であってもよい。
- [0031] 前記第1～第Nの記録層のそれぞれには、物理アドレスが割り振られており、前記第1の記録層の物理アドレスは、内周側から外周側に向かって昇順に割り振られ、前記第2の記録層の物理アドレスは、外周側から内周側に向かって昇順に割り振られ、前記第3の記録層の物理アドレスは、内周側から

外周側に向かって昇順に割り振られ、前記第 1 の記録層に配置された前記第 1 の記録学習領域および前記第 2 の記録学習領域は、外周側から内周側の方向に使用され、前記第 2 の記録層に配置された前記第 1 の記録学習領域および前記第 2 の記録学習領域は、内周側から外周側の方向に使用され、前記第 3 の記録層に配置された前記第 1 の記録学習領域および前記第 2 の記録学習領域は、外周側から内周側の方向に使用されてもよい。

[0032] 本発明による記録方法は、上述の情報記録媒体に情報を記録する記録方法であって、前記第 1 の学習領域および前記第 2 の学習領域の少なくとも一方において、記録学習を行うステップと、前記記録学習の結果に基づいて、前記情報記録媒体に情報を記録するステップとを包含する。

[0033] 本発明による再生方法は、上述の情報記録媒体から情報を再生する再生方法であって、前記情報記録媒体の前記 1 ～第 N の記録層のうちの少なくとも 1 層は、前記情報記録媒体に関する情報が記録されているコントロール領域を有し、前記コントロール領域から前記情報記録媒体に関する情報を再生するステップを包含する。

[0034] 本発明による記録方法は、上述の情報記録媒体に情報を記録する記録方法であって、前記複数の記録層はそれぞれ、最適な記録条件を求めるための記録学習を行うための記録学習領域を備え、前記記録方法は、第 k の記録層（k は 1 以上かつ N 以下の整数）において最初に記録を行うタイミングで、前記第 k の記録層においてのみ、前記記録学習を行う。

発明の効果

[0035] 記録層を複数備えた記録媒体において、記録パワー学習のように最適な記録パワーとは保証できないパワーで記録パワーを変化させた記録をおこなうために、その領域を通過するレーザ光の透過率に大きく影響するような学習を行うための領域と、記録ストラテジ学習のように最適なパワーに記録パワーを固定させた記録を行なうために、その領域を通過するレーザ光の透過率への影響が小さいような学習を行うための領域を分割し、さらに最適な記録パワーとは保証できないパワーで記録パワーを変化させた学習を行うための

領域についてはいずれの記録層とも異なる半径位置に配置する。これにより、記録学習用のOPC領域（および予備領域）が要する領域サイズを最小限に抑えつつ、かつ他の記録層の学習結果に及ぼす影響も最小化することが出来る。

図面の簡単な説明

- [0036] [図1] 記録層を3層備えた一般的な光ディスクの構成図である。
- [図2] 一般的な光ディスクにおける記録層の説明図である。
- [図3A] 本発明の実施の形態1における光ディスクの領域構成図である。
- [図3B] 光ディスクの領域構成の変形例を示す図である。
- [図3C] 光ディスクの領域構成の変形例を示す図である。
- [図3D] 光ディスクの領域構成の変形例を示す図である。
- [図3E] 光ディスクの領域構成の変形例を示す図である。
- [図3F] 光ディスクの領域構成の変形例を示す図である。
- [図4] 本発明の実施の形態1、2、3、4におけるレーザ光の照射影響範囲説明図である。
- [図5] 本発明の実施の形態1における光ディスクの領域使用方法説明図である。
- [図6] 本発明の実施の形態1における光ディスクのパワー学習領域使用手順説明図である。
- [図7] 本発明の実施の形態1における光ディスクの記録学習関連情報データ構造説明図である。
- [図8] 本発明の実施の形態1における光ディスクのパワー学習関連情報説明図である。
- [図9] 本発明の実施の形態1、2、3における光ディスク記録再生装置の構造図である。
- [図10] 本発明の実施の形態1、2、3における記録学習手順説明図である。
- [図11] 本発明の実施の形態1における光ディスクの領域構成の別例を示す説明図である。

[図12] 本発明の実施の形態 2 における光ディスクの領域構成図である。

[図13] 本発明の実施の形態 2 における光ディスクの領域使用方法説明図である。

[図14] 本発明の実施の形態 2 における光ディスクの記録学習関連情報データ構造説明図である。

[図15] 本発明の実施の形態 3 における光ディスクの領域構成図である。

[図16] 本発明の実施の形態 3 における光ディスクの領域使用方法説明図である。

[図17] 本発明の実施の形態 3 における光ディスクの記録学習関連情報データ構造説明図である。

[図18] 一般的な記録学習手順概念説明用のフロー図である。

[図19] 従来例における光ディスクの領域構成図である。

[図20] 従来例を、記録層を 3 層備えた光ディスクに適用した場合の領域構成図である。

[図21] 本発明の実施の形態 4 における光ディスクの領域構成図である。

[図22] 本発明の実施の形態 4 における光ディスクの領域構成の別例を示す説明図である。

[図23] 本発明の実施の形態 4 における光ディスクの記録学習領域 A の使用方法説明図である。

[図24] 本発明の実施の形態 4 における光ディスクの記録学習関連情報データ構造説明図である。

[図25] 本発明の実施の形態 4 における光ディスクの記録学習関連情報の具体例を示す説明図である。

[図26] 本発明の実施の形態 4 における光ディスク記録再生装置の構造図である。

[図27] 本発明の実施の形態 4 における記録学習手順説明図である。

[図28] パワー学習領域及びストラテジ学習領域において使用される記録パワーの変動率幅の関係を示す説明図である。

[図29] 多層ディスクの構成例を示す図である。

[図30] 単層ディスクの構成例を示す図である。

[図31] 二層ディスクの構成例を示す図である。

[図32] 三層ディスクの構成例を示す図である。

[図33] 四層ディスクの構成例を示す図である。

[図34] 実施の形態5による光ディスク601の物理的構成を示す図である。

[図35] (A) は25GBのBDの例を示す図、(B) は25GBのBDよりも高記録密度の光ディスクの例を示す図である。

[図36] トラック上に記録されたマーク列に光ビームを照射させている様子を示す図である。

[図37] 25GB記録容量の場合のOTFと最短記録マークの関係を示す図である。

[図38] 最短マーク(2T)の空間周波数がOTFカットオフ周波数よりも高く、かつ、2Tの再生信号の振幅が0になっている例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0037] 以下、添付の図面を参照しながら、本発明による情報記録媒体、情報の記録および／または再生を行うための装置および方法の実施形態を説明する。

[0038] 本発明の実施の形態の説明においては、情報記録媒体として1回のみ記録可能な媒体である追記型情報記録媒体を用いて説明を行う。

[0039] (実施の形態1)

(1) 領域配置

図1は、記録層を3層有する追記型光ディスク1の積層構造を示している。

[0040] 図1に示すように、光ディスク1は、レーザ光が照射される光ディスク1のカバー層8から遠い順に(つまり基板2からレーザ光が入射するカバー層8に向かって順に) L0層(記録層3)、L1層(記録層5)、L2層(記録層7)を備える。

[0041] 各記録層は、図2に示すように、リードイン領域13、データ領域14、

リードアウト領域 15 から構成されている。

[0042] 図 3 A は、本発明の実施の形態 1 における、記録層を 3 層備えた追記型光ディスク 1 の領域構成図である。各記録層のリードイン領域 13 は、記録学習用の OPC 領域として、パワー学習領域およびストラテジ学習領域を備えている。図示されている例では、L0 層はパワー学習領域 20 およびストラテジ学習領域 30 を有し、L1 層はパワー学習領域 21 およびストラテジ学習領域 31 を有し、L2 層はパワー学習領域 22 およびストラテジ学習領域 32 を有している。また、ある記録層のパワー学習領域と同一半径範囲位置に存在する他の記録層の領域は、予備領域 40 として割り当てられる。

[0043] パワー学習領域は、記録パワーの学習（パワー学習）を行うための領域である。パワー学習領域は、主に、記録パワーを変動させるなどして記録を行い、最適な記録パワーを求めるために使用される。図 3 A に示すように、各記録層に存在するパワー学習領域 20、パワー学習領域 21、パワー学習領域 22 は他の記録層のパワー学習領域とは半径方向に重なる領域を含まないように、つまり異なる半径位置に配置される。これは上述したように、他層の記録状態によって生ずる透過率、反射率（特に半径位置が重なる他層の領域がパワーを変動させながら記録を行なうパワー学習で使用された領域だった場合の透過率、反射率）などの光学特性の差が、記録パワーに大きく影響を与えるためである。特に記録学習を行う際に、レーザ光が通過する他層の領域が、記録パワーを変えながらの記録を伴うパワー学習が行われた領域と重ならないようにずらすことを目的としている。その一例として、他層の記録状態を一定とする（予備領域 40 を未使用の状態とする）ことで、光学特性による差が生じるのを防ぐことが出来る。

[0044] ストラテジ学習領域は、記録パルス幅の学習（ストラテジ学習）を行うための領域である。ストラテジ学習領域は、記録パワーはパワー学習で求められた光ディスク 1 に適した記録パワーで固定してパルス幅を変動させるなどして記録を行い、最適なストラテジを求めるために主に使用される。図 3 A に示すように、各記録層に存在するストラテジ学習領域 30、ストラテジ学

習領域 3 1、ストラテジ学習領域 3 2 は、パワー学習領域とは異なる領域として確保され、他の記録層のストラテジ学習領域と半径方向に重なる領域を含むように、つまり例えば図 3 A に示すように同一半径位置に配置される。このような配置は、ストラテジ学習はパワー学習の後に行われること、すなわち、各記録層に大よそ適した記録パワーが決定された後に行われることに起因している。光ディスク 1 の各記録層に大よそ適した記録パワーで記録された領域の透過率バランスは大きく崩れることは無く、透過率をある所定の範囲に抑えることが出来るという特性がある。ストラテジ学習では光ディスク 1 の各記録層に適した記録パワーで記録が行われるため、他層のストラテジ学習を行った領域をレーザ光を通過させて記録を行なっても、他層の記録状態による透過率の影響をほとんど受けない（無視できる程度に抑えることができる）。

[0045] ここで、図 3 A に示す各記録層のパワー学習領域と予備領域との境界位置は、表記上、隣接する記録層の間ではきっちり同一半径位置になるよう記載している。しかしながら、実際にはきっちり同一半径位置とならなくてもよい。たとえば、ディスク製造時の各記録層の貼り合わせ誤差や、レーザ光の特性による影響により、隣接する記録層の間でパワー学習領域と予備領域との境界位置がずれてもよい。

[0046] なお、本発明の実施の形態 1 ではリードイン領域 1 3 に記録学習用の OPC 領域を備えた例で説明を行うが、これに限定されるものではない。つまり記録学習用の OPC 領域をリードイン領域 1 3 の他に更にリードアウト領域 1 5 に備えても良いし、あるいは記録層毎にリードイン領域 1 3 もしくはリードアウト領域 1 5 のいずれか一方に設ける等でも良い。

[0047] また、本実施形態ではリードイン領域 1 3 に OPC 領域全体（パワー学習領域およびストラテジ学習領域の両方）を配置した。しかしながら本実施形態においては、パワー学習領域とストラテジ学習領域とが同じ記録層上に設けられていれば、各々が設けられる位置は任意である。その理由は、本実施形態で問題としているのは複数の記録層の各々に設けられたパワー学習領域

の相互の位置関係であり、同様に、複数の記録層の各々に設けられたストラテジ学習領域の相互の位置関係だからである。パワー学習領域およびストラテジ学習領域が同じ記録層上に設けられているという条件を満たしていれば、必ずしも両方が同じ領域（リードイン領域 13、あるいはリードアウト領域 15 など）に配置されなくても良い。例えばパワー学習領域をリードイン領域 13 に設け、ストラテジ学習領域をリードアウト領域 15 に設けるなど、パワー学習領域とストラテジ学習領域とをそれぞれ異なる領域内に分離して配置しても良い。

[0048] 次に予備領域 40 を説明する。ある記録層に着目すると、その記録層のパワー学習領域が使用されるまでは、その記録層とディスク表面（レーザ光入射面）との間に存在する他の記録層の予備領域 40 は、未使用の状態で維持される。追記型光ディスクの場合には、予備領域 40 は未記録の状態で維持される。

[0049] なお、図 3 A の各領域の配置は一例であり、各領域を異なる位置に配置してもよい。

[0050] 例えば図 3 A では、パワー学習領域を L0 から L2 に向かって内周側から外周側に配置しているが、あくまでこれは一例である。パワー学習領域が他の記録層とも異なる半径位置に配置され、かつ他の記録層のパワー学習領域と同一半径位置に相当する領域がパワー学習領域使用時に未使用状態であることを満足できる領域配置であれば良い。例えば、図 3 B ~ 図 3 F (b) ~ (f) に示すように各記録層のパワー学習領域を配置してもよい。図 3 B ~ 図 3 F のいずれについても、各記録層に配置されたパワー学習領域は、他の記録層のパワー学習領域とは異なる半径位置に配置されていることが理解される。

[0051] 図 4 は、レーザ光による各記録層の影響を説明するための説明図である。図に示すように、例えば L0 層の領域 400 へ連続して記録を行なう場合を考える。レーザ光は L0 層に集光されて、範囲 410 から範囲 411 までの間を動くことになる。そのため、L0 層の領域 400 への情報の記録に対し

ては、L1層の領域401、L2層の領域402の各記録状態による光学特性が影響する。ある記録層に対して情報を記録する際には、その記録層よりも浅い記録層ほど（すなわちレーザ光の入射面に近い記録層ほど）、当該浅い記録層を透過するレーザ光の面積が大きくなる。よって、レーザ光が透過する当該浅い記録層の予備領域の光学特性を一定に保つ、つまり記録状態を未使用状態のまま一定に保つためには、予備領域のサイズは、各記録層の位置に応じたレーザ光の広がり分程度は必要となる。よって実際のパワー学習領域の配置については、半径位置に加えて、これらの影響を考慮して配置する必要がある。

[0052] なお本来は完全な同一半径位置にはならないが、本明細書においては説明の都合上、特に明記しない限りはこれらの影響については説明しないことに留意されたい。つまり、明記していなくとも、貼り合わせ誤差やレーザ光の広がりによる影響がある範囲へも考慮が必要である。ただし、当業者であればその影響する範囲の予測が可能であるため、そのような影響を考慮したパワー学習領域の配置、予備領域の配置およびストラテジ領域の配置が可能である。また本明細書においては、この貼り合わせ誤差やレーザ光による影響を含んだ同一半径位置に相当する位置を、明示的に同一半径範囲位置と呼ぶ場合もあるが、同一半径位置と記載していても、これらの影響を含んでいる。

[0053] 上述のように、パワー学習領域は、最適な記録パワーであるとは保証できないパワーでパワーを変化させて記録を行う領域である。その際に使用される記録パワーは最適な記録パワーよりも強いまたは弱い可能性があり、記録済みのパワー学習領域を通過するレーザ光の透過率は一定にならない（透過率バランスが崩れる）可能性がある。つまり、ある記録層での記録学習時に、他層のパワー学習実施済み領域をレーザ光が通過してしまうと、特に入射面よりも深い（遠い）記録層での記録学習結果に対して大きな影響を及ぼしてしまう可能性がある。一方、ストラテジ学習領域は、最適なストラテジ等を求めるために最適な記録パワー、もしくはおおよそ適していると保証でき

る記録パワーで記録を行う領域であるため、他層の記録状態による透過率の影響がほとんど無視できる領域である。

[0054] 本発明の実施の形態 1 に示すように、パワー学習領域は他の記録層と異なる半径位置に配置し、ストラテジ学習領域は例えば全ての記録層とも同一半径位置に配置する。これにより、全ての記録層における記録学習結果に対して、他層の記録状態による影響を防ぐことが出来る。また、記録層が増えることで必要になる O P C 領域として確保しなくてはならない領域サイズ（パワー学習領域とストラテジ学習領域と予備領域が占める合計サイズ）を最小限に抑えることが出来る。その結果、記録学習に必要な領域を確保することが出来、ユーザが使用可能（＝記録学習が実施可能）な回数が減るという問題も解決できる。さらに、リードイン領域 1 3 やリードアウト領域 1 5 の増加を抑えることが出来、データ領域 1 4 のサイズが減ってユーザが使用可能な領域サイズが減るという課題も解決できる。

[0055] なお、予備領域 4 0 は基本的に未使用のままの領域と記載したが、条件によっては使用しても良い。具体的には、この領域の目的は他層のパワー学習領域が使用される際に未使用状態（追記型光ディスクならば未記録状態）にしておければ良く、言い換えれば同一半径位置に配置される他の記録層のパワー学習領域が使用された後であれば使用しても影響は無い。よって例えば、ストラテジ学習領域の空き容量が少なくなったり無くなったりした場合などには、ストラテジ学習領域として割り当てしなおして使用するなどしても良い。

[0056] また、予備領域 4 0 に限らず、例えばパワー学習領域が枯渇したがストラテジ学習領域はまだ空いているような場合には、他層の記録状態が同じ（未使用）であるという前提において、空いているストラテジ学習領域の一部をパワー学習領域として割り当てしなおして用いてもよい。ただし、またその逆の場合も同様である。あるいは予備情報領域は、記録学習に限らず、例えば管理情報の更新記録用の領域として用いたり、記録を行った記録装置固有の情報を保存する領域等として用いても良い。

[0057] (2) 領域の使い方

一般的に光ディスク 1 には、記録層上に物理的に振られるアドレス（物理アドレス：以下「PBA」と略す。）を用いてアクセスが行われる。なお物理アドレスには大きく分けて、ディスク上のトラック 1 1、つまり記録溝の壁面に波打たせる形（ウォブル）等の方法で物理的に埋め込まれたものと、ディスク上に記録したデータ中に付与されるものがあるが、以降本明細書では特に明記しない限り、前者の記録溝のウォブル等を用いて物理的に埋め込まれたものを示す。

[0058] 物理アドレス（PBA）は、ディスクのトラックパスの方向に沿って昇順に割り振られる。より具体的には、例えば記録層を 2 つ（L0 層と L1 層）持つ記録型 2 層ディスクの場合には、一般的にオポジットパスと呼ばれるアドレッシング方法が採用されており、L0 層ではディスク内周側から外周側に向かって昇順に、L1 層では外周側から内周側に向かって昇順に物理アドレスが割り振られる。

[0059] 図 5 は、本発明の実施の形態 1 における追記型光ディスクにおけるパワー学習領域及びストラテジ学習領域の使用方法の一例を示す説明図である。なお図 5 では、図 3 A に示す領域構造と同じ領域構造である場合を例にとって説明する。しかしながら、以下に説明するパワー学習領域及びストラテジ学習領域の使用方法は、図 3 B ～ 3 F のいずれの領域構造に対しても適用可能である。

[0060] 図 5 中の矢印は、パワー学習領域及びストラテジ学習領域の使用方向（記録方向）を示している。

[0061] 図 5 に示すように、パワー学習領域はトラックパスとは逆に向かって使用する。これはパワー学習を行う段階では、当然まだパワー調整が出来ていない状態であるため、どのようなパワーで記録されるかが保証出来ない。そのため、非常に高いパワーで記録を行なってトラック 1 1 を壊してしまう場合もあり得ることを考慮したものである。

[0062] 図 6 は、パワー学習領域の使用例をより具体的に説明するための説明図で

ある。トラックパスとは逆に向かって使用方法について説明する。なお図6では、L0層のパワー学習領域20を例にとって説明する。

[0063] L0層のトラックパスは内周側から外周側向きであるのに対して、パワー学習領域20は外周側から内周側に向かって使用される。つまり、最初にパワー学習領域20を使う場合には、図6(a)に示すようにパワー学習領域20の外周側境界位置から使用したいサイズ分内周側の位置を先頭に、トラックパスの方向に記録を行なう。

[0064] 次にパワー学習領域20を使用する場合には、図6(b)に示すように、図6(a)で記録した先頭位置を終端にして、そこから使用したいサイズ分内周側の位置を先頭に、トラックパスの方向に記録を行なう。以降、これを繰り返す形で使用していく。その結果、図6(c)に示すように、パワー学習領域20がN回使用された後でも、より内周側に位置するトラックパスの開始位置は未記録の状態が維持される。

[0065] 一方、ストラテジ学習領域は、図5に示すように、一定の方向に使用される。

[0066] このような使用方法を採用する理由を、詳細に説明する。光ディスクへのアクセスはPBAを用いて行われ、かつ連続した記録等のアクセスはPBA昇順に行うことになる。またある目的アドレスに対して記録等のアクセスを行う場合には、アクセス位置の確定処理（同期化）を行うために、まず目的アドレスの領域よりも手前に光ヘッド（図示せず）を移動（シーク）させる。その後、フォーカスサーボによって、光ディスク1の回転を利用してトラック11からの反射光を頼りにトラック11に沿って目的のアドレスに辿り着き、目的アドレスからの記録再生用レーザ発行の準備を行う。

[0067] このようなアクセス方法を採用しているため、仮にパワー学習領域をトラックパスと同じくPBA昇順方向に使用した場合、上記のようにトラック破壊が起きてしまうと、次にパワー学習領域を使う場合、目的アドレスの手前の領域が破壊されてアドレスが取得できない。これでは、手前の領域へシークすることが出来ず、結果として目的アドレスに対してアクセスできない状

態に陥る。

[0068] 一方、ストラテジ学習領域はパワー学習後、つまりパワー調整が行われた後に使用されるため、光ディスク 1 に大よそ適した記録パワーでの記録が保証される。そのためパワー学習領域のようにトラックパスとは逆向きに使用するといった制限を付ける必要は無い。そのため 1 つの使用方法として、図 5 に示すように、全ての記録層のストラテジ学習領域を同一方向（例えば記録層のトラックパスの方向によらず、全て外周側から内周側）に向かって使用するという方法が考えられる。

[0069] このように使用することで、もし万が一パワー学習領域が枯渇してしまったような場合で全ての記録層におけるストラテジ学習領域にまだ空きがある場合には、上述したようにパワー学習用に割り当てて使用することも可能になる。より具体的には、ストラテジ学習領域は全ての記録層において外周側から内周側に向かって使用されるため、全ての記録層のストラテジ学習領域に空きがある場合には、ストラテジ学習領域の最内周側の一部（最内周側は全ての記録層において未使用状態であるため、パワー学習領域と同一条件を保証できる）をパワー学習用のパワー学習領域として割り当てしなおすといった使い方も可能になる。

[0070] （３）OPC領域に関する情報の備え方

BD-R のような書換え型光ディスクの場合、OPC領域についてもランダムに使用することが可能である。一方で BD-R のような追記型光ディスクの場合には、OPC領域についても 1 回のみ使用可能な追記記録対象の領域である。また上述したように、OPC領域、特にパワー学習領域については最適なパワーで記録されとは限らないため、領域をどこまで使用しているかをメディアの記録状態からでは判断できない場合も想定される。また記録層や領域の数が増えると、全ての領域に対して使用状態を毎回確認するのも無駄である。そのため追記型光ディスクの場合などには、領域をどこまで使用したかを示すポイント情報を管理情報として備えるのが有効である。

[0071] 図 7 は、追記型光ディスクにおけるパワー学習領域及びストラテジ学習領

域に関する情報の例である。なおここでは、図3Aに示す領域構造の場合を例にとって説明する。

[0072] 光ディスク1には、DMA (Disc Management Area もしくはDefect Management Area) と呼ばれる、管理情報を記録するための管理情報領域 (図示せず) がリードイン領域13やリードアウト領域15等に備えられている。なお追記型光ディスクの場合には、DMAはファイナライズされる際に最終的な管理情報 (DMS) が記録される領域であり、ファイナライズまでの過渡的な管理情報が追記更新できるようにDMA領域とは別の一時的DMA領域 (図示せず。以下、TDMA と呼ぶ) が確保されている場合もある。

[0073] TDMAには、欠陥位置や交替記録に関する情報であるDFL702と、DFL702の位置情報や光ディスクの領域に関する位置情報などを含むDDS701とを備えたTDMS700が記録される。DDSはディスク定義構造とも呼ばれる。なお、TDMSもDMSも基本的に同じ種類のデータが記録されるが、TDMSとDMSとではDFL702とDDS701の配置が逆になるといった特徴があったりする。図7では、記録学習に関する情報の説明であるため、記録が可能なタイミング、つまりファイナライズまでの過渡的に交信記録された情報であるTDMS700を例にとって説明を行う。

[0074] なお、DMA、もしくはTDMAはそれぞれ光ディスク1上に複数個所存在する場合もある。具体的には例えばDMAはリードイン領域13やリードアウト領域15中に、TDMA領域はリードイン領域13中や、データ領域14中に確保される交替記録用のスペア領域 (図示せず) 中に確保されたりもする。

[0075] なお、TDMS (DMS) を構成する情報としては、ディスク管理情報であるDFL702とその位置情報を含むDDS701のみとは限らない。具体的には例えば、ディスク管理情報としてDFL702の他に、光ディスク1におけるデータ領域14中のトラック (SRR) の配置や使用状態を示す

情報であるS R R I や、ランダム記録の際に用いられる記録未記録状態を示すS B Mなどの情報を含む場合もある。

[0076] D D S 7 0 1 は、この情報がD D Sであることを示す識別子7 1 0 や、D F L 7 0 2 が記録されている位置であるD F L 位置情報7 1 1 に加えて、さらにパワー学習領域2 0 において次に使用することが可能な位置情報であるL 0 パワー学習領域次使用位置情報 (Power Calibration Area Next Available Position Information) 7 1 2、パワー学習領域2 1 において次に使用することが可能な位置情報であるL 1 パワー学習領域次使用位置情報7 1 3、パワー学習領域2 2 において次に使用することが可能な位置情報であるL 2 パワー学習領域次使用位置情報7 1 4、およびストラテジ学習領域3 0 において次に使用することが可能な位置情報であるL 0 ストラテジ学習領域次使用位置情報7 1 5、ストラテジ学習領域3 1 において次に使用することが可能な位置情報であるL 1 ストラテジ学習領域次使用位置情報7 1 6、ストラテジ学習領域3 2 において次に使用することが可能な位置情報であるL 2 ストラテジ学習領域次使用位置情報7 1 7 を備えている。

[0077] 図8 は、次使用位置情報について説明した説明図である。なお図8 では、L 0 層におけるパワー学習領域2 0 を例にとって説明する。

[0078] パワー学習領域2 0 が図8 に示すように外周側から内周側に向かって使われる領域であるとする、パワー学習領域2 0 が全く使用されていない状態においては、図8 (a) に示すようにL 0 パワー学習領域次使用位置情報はパワー学習領域2 0 の最外周側の位置であるP B A : A を示す。パワー学習領域2 0 が1 回使用されると、L 0 パワー学習領域次使用位置情報は図8 (b) のようにP B A : B を示し、さらにもう1 回使用された後では、L 0 パワー学習領域次使用位置情報は図8 (c) のようにP B A : C を示すように変化していくことになる。

[0079] なおこれらの位置情報は、例えば光ディスク1 における位置情報であるP B A で示される。

[0080] このように、記録層ごとにパワー学習領域、およびストラテジ学習領域に

おける次に使用可能な位置に関する情報を備えることが可能である。このような構成を採用する場合には、記録層が増減すれば、その分だけ必要になる情報の数も増減することになる。

[0081] (4) 記録再生装置

図9は、本発明の実施の形態1における光ディスク1への記録再生を行う光ディスク記録再生装置100に関する構成を示す。

[0082] 光ディスク記録再生装置100は、I/Oバス180を介して上位制御装置（図示せず）に接続される。上位制御装置は、例えば、ホストコンピュータ（ホストPC）である。

[0083] 光ディスク記録再生装置100は、上位制御装置からの命令を処理する命令処理部110と、光ディスク1に対して記録再生を行うためにレーザ光を照射する光ヘッド120と、光ヘッド120から出力されるレーザパワーの制御を行うレーザ制御部130と、指定されたパルス幅（ストラテジ）をビット形成に適した記録パルス信号に変換する記録補償回路140と、光ヘッド120を目的位置へ移動したりサーボ制御を行うためのメカ制御部160と、光ディスク1からの記録再生処理などのシステム処理全般の統括制御や記録学習処理全般の制御を行うシステム制御部150と、データを一時的に記憶するためのメモリ170とを備える。

[0084] システム制御部150はさらに、光ディスク1における記録学習処理を行う記録学習部151と、光ディスク1に関する管理情報などから記録再生を行う位置を求めるアクセス位置管理部154と、ホストからの命令やシステム制御部150からの命令等に応じてユーザデータやTDMAなどの管理情報の記録再生を行うための記録制御部155、再生制御部156を備え、記録学習部151はさらに、パワー学習の制御を行うパワー学習部152とストラテジ学習の制御を行うストラテジ学習部153とを備える。

[0085] 光ディスク1が光ディスク記録再生装置100に挿入されると、レーザ制御部130、メカ制御部160により、光ヘッド120が所定の照射パワーにより記録層L0のリードイン領域13の予め光ディスク1に埋め込まれた

当該光ディスク 1 に関する情報を有するコントロール領域（図示せず）を再生し、記録層 L 0、記録層 L 1、記録層 L 2 に記録する際の照射パワー情報等の記録パラメータ情報を読み取る。

[0086] 上位制御装置からの記録要求があると、光ディスク記録再生装置 100 におけるシステム制御部 150 中の記録学習部 151 は、各記録層に備えられている OPC 領域において記録学習を実施した後、求めた記録パワーにおいて対象となる記録層に対する記録を行なう。

[0087] 記録学習の際には、記録学習部 151 におけるパワー学習部 152 が各記録層におけるパワー学習領域を用いて最適パワーを求めるためのパワー学習を行い、ストラテジ制御部 153 が各記録層におけるストラテジ学習領域を用いて最適ストラテジを求めるためのストラテジ学習を行って最適な記録パラメータを求める。各領域において記録学習用に記録を行う位置は、例えば光ディスク 1 が追記型光ディスクの場合には、本発明の実施の形態 1 の（4）で示した管理情報等を再生制御部 156 によってメモリ 170 に読み出し、読み出したデータをもとに管理情報制御部 154 が次に記録学習において使用可能な位置を判断する。あるいは、光ディスク 1 が書換え型光ディスクの場合には、各記録層に備えられたパワー学習領域、ストラテジ学習領域の範囲内からアクセス位置管理部 154 において任意の位置を求める。

[0088] （5）記録学習方法

図 10 は、本発明の実施の形態 1 における追記型の光ディスク 1 に対する記録学習手順を示すフロー図である。なおここでは、光ディスク 1 の領域構造は図 3 A に示す領域構造である場合を例にとって説明する。

[0089] ステップ 1001：後述するステップ 1002 からステップ 1007 の処理を全ての記録層に対して繰り返す。例えば図 3 A に示す領域構造を持った光ディスク 1 の場合ならば、記録層 3（L 0 層）、記録層 5（L 1 層）及び記録層 7（L 2 層）に対して繰り返す。なお、記録学習を実施する順番としては、ディスク表面（レーザ光の入射面）から遠い記録層からディスク表面に近い記録層に向かって順番に記録学習を実施する場合を例として説明を行

う。なおこの記録学習実施の順番はあくまで一例であって、これに限ったものではない。

[0090] ステップ１００２：記録学習に使用する位置を算出する。具体的には、システム制御部１５０における再生制御部１５６は、光ディスク１のＴＤＭＡから最新のＤＭＳ７００に含まれる最新のＤＤＳ７０１をメモリ１７０中に読み出し、読み出したデータをもとにアクセス位置管理部１５４は記録学習を行う記録層のパワー学習領域、およびストラテジ学習領域における次に使用可能な位置情報（例えばＬ０層の場合なら、Ｌ０パワー学習領域次使用位置情報７１２およびＬ０ストラテジ学習領域次使用位置情報７１５）を取得する。そしてこの情報を元に、パワー学習、およびストラテジ学習にて記録して使用するサイズ、および記録学習を行う記録層におけるパワー学習領域およびストラテジ学習領域の使用方向を判断して、次にパワー学習用の記録を行う先頭位置、およびストラテジ学習用の記録を行なう先頭位置を算出する。ここで、最新のＤＤＳ７０１と記載したのは、ＴＤＭＡは過渡的に管理情報が更新される領域であるため、その領域の中に含まれるＤＭＳ７００の中で最新のものに含まれるＤＤＳ７０１を取得するという意味である。

[0091] ステップ１００３：パワー学習を行う。具体的には、記録学習部１５１におけるパワー学習部１５２は記録学習を行う記録層におけるレーザ照射パワー（例えば複数パターンのレーザパワー）を判断してレーザ制御部１３０に設定し、さらに所定のストラテジ（例えばコントロール領域に記載されているストラテジ）を記録補償回路１４０に設定する。そして、パワー学習部１５２は、ステップ１００２で求めたパワー学習用の記録を行う先頭位置に対してメカ制御部１６０を用いて光ヘッド１２０を移動させて記録を行わせ、記録した領域の記録品質（例えば変調度やＢＥＲ）から最適な記録パワー（例えば複数パターンのレーザパワーの中で最も変調度が期待値に近いパワー）を求める。

[0092] なお、もし万が一パワー学習用の記録に失敗したような場合には、先の記録を行なった位置を基準として再度アクセス位置管理部１５４にてアクセス

位置を求め、リトライとして再び本ステップ 1003 を繰り返して実施しても良い。

[0093] ステップ 1004 : パワー学習領域次使用位置情報を更新する。具体的には、パワー学習部 152 は、ステップ 1003 にてパワー学習用の記録を行なった位置から、メモリ 170 中に読み出した DDS 701 相当のデータにおける、パワー学習を行った記録層に相当するパワー学習領域次使用位置情報（例えば L0 層の場合には、L0 パワー学習領域次使用位置情報 712）を更新する。

[0094] ステップ 1005 : ストラテジ学習を行う。具体的には、記録学習部 151 におけるストラテジ学習部 153 は、ステップ 1003 で求めた記録学習を行う記録層における最適レーザパワーをレーザ制御部 130 に設定し、さらにストラテジ（例えば複数パターンのストラテジ）を記録補償回路 140 に設定する。そして、ストラテジ学習部 153 は、ステップ 1002 で求めたストラテジ学習用の記録を行う先頭位置に対してメカ制御部 160 を用いて光ヘッド 120 を移動させて記録を行わせ、記録した領域の記録品質（例えば変調度や位相誤差）から最適な記録ストラテジ（例えば複数パターンのストラテジ条件の中で最も位相誤差が小さいストラテジ）を求める。

[0095] なお、もし万が一ストラテジ学習用の記録に失敗したような場合には、先の記録を行なった位置を基準として再度アクセス位置管理部 154 にてアクセス位置を求め、リトライとして再び本ステップ 1005 を繰り返して実施しても良い。

[0096] ステップ 1006 : ストラテジ学習領域次使用位置情報を更新する。具体的には、ストラテジ学習部 153 は、ステップ 1005 にてストラテジ学習用の記録を行なった位置から、メモリ 170 中に読み出した DDS 701 相当のデータにおける、ストラテジ学習を行った記録層に相当するストラテジ学習領域次使用位置情報（例えば L0 層の場合には、L0 ストラテジ学習領域次使用位置情報 715）を更新する。

[0097] ステップ 1007 : 前述したステップ 1002 からステップ 1006 の処

理を全ての記録層に対して繰り返す。記録学習が完了していない記録層が存在する場合には、ステップ 1001 に戻る。全ての記録層における記録学習が完了した場合には、ステップ 1008 へ進む。

[0098] ステップ 1008：管理情報を更新する。具体的にはシステム制御部 150 は記録制御部 155 を用いて、メモリ 170 中に格納されている、上記ステップ 1004、ステップ 1006 において更新された新しい DDS 相当のデータを新たな TDMS 700 として、TDMA に追記記録する。

[0099] なお管理情報更新は必ずしも記録学習後のタイミングで行わずとも、光ディスク 1 が光ディスク記録再生装置 100 から排出されるまでの間に実施されれば良い。

[0100] なおこの場合に使用されるレーザパワー、及びストラテジは、上述の記録学習にて求められたものをベースにする。

[0101] 以上の手順で記録学習が実施される。

[0102] なお図 10 では、記録層全てにおいて同じタイミングで記録学習を行う場合を説明したが、必ずしも同じタイミングで行われなくとも良く、少なくとも対象の記録層への記録を行なう前に対象記録層での記録学習を行うようにできれば良い。また、必ずしも全ての記録層で実際に学習を行わなくとも、例えば最低ある 1 つの記録層では記録学習を行うが、他の記録層へはある 1 つの記録層での学習結果をもとに演算して求めることで実際の学習を実施したものと見なすといった方法でも構わない。

[0103] なお、図 10 には記載しなかったが、パワー学習およびストラテジ学習の後に、これらの学習で求めたパラメータが本当に最適なパラメータかどうかを確認するマージン確認処理などを行っても良い。

[0104] なお、ステップ 1003 のパワー学習、およびステップ 1005 のストラテジ学習は、必ずしも両方とも実施しなくとも良い。具体的には、例えば以前に当該光ディスク記録再生装置 100 で実施した学習結果（学習履歴）が光ディスク 1 のドライブ固有情報領域（Drive Area と呼ぶ）等に残されている場合には、ストラテジ学習は実施しない（つまりパワー学習

のみ実施する) などといった制御を行っても構わない。

[0105] なお、図 10 では追記型光ディスクを例にとって説明したが、書換え型光ディスクに対しても同様の方法を用いて実現できる。但しこの場合、ステップ 1002 における記録学習位置の算出がパワー学習領域、およびストラテジ学習領域内からそれぞれランダムに選択される点、およびステップ 1004、ステップ 1006、ステップ 1007 の管理情報の更新処理が不要な点が追記型光ディスクの場合と異なる点である。

[0106] なお本発明の実施の形態 1 では、記録学習用の OPC 領域がリードイン領域 13 に備えられている場合を例にとって説明したが、例えばリードアウト領域 15 に同様に OPC 領域が備えられている場合には、必要に応じてリードアウト領域 15 における OPC 領域でも上記の要領で記録学習を行うことになる。

[0107] なお、本発明の実施の形態 1 では、全ての記録層におけるパワー学習領域が異なる半径位置に配置される例を説明したが、必ずしも全ての層のパワー学習領域が異なる半径位置に無くとも良い。より具体的には、他の記録層の記録特性（透過率等）の影響を顕著に受けるのは隣接する記録層の記録状態である。よって例えば図 11 に示すように、最低限隣接する記録層のパワー学習領域（例えば L1 層のパワー学習領域 21 を基準にして考えた場合、L0 層のパワー学習領域 20 および L2 層のパワー学習領域 22）は異なる半径位置に配置され、隣接でない記録層（例えば L0 層のパワー学習領域 20 と L2 層のパワー学習領域 22）のパワー学習領域は半径位置が重なるように配置されても、パワー学習結果に大きな影響は与えない。つまり、隣接する記録層（言い換えれば、トラックパスの向きが逆である記録層）におけるパワー学習領域は異なる半径位置に配置され、ストラテジ学習領域は同一半径位置に配置されるような場合でも、本発明の実施の形態 1 で説明したものと同様の効果を得ることが出来る。また、記録層が 6 層や 8 層など更に増えた場合には、パワー学習領域が同一半径位置に重なっても良い記録層の数を N (N は 0 以上の正数) に制限するといった方法でも良い。

[0108] (6) 製造方法

次に、本実施の形態の情報記録媒体の製造方法について、以下に簡単に説明する。

[0109] まず、表面にアドレス信号やコントロールデータに応じた、情報信号を記録するためのトラックが設けられたディスク基板2を形成または用意する。これにより、学習領域が図3A～図3Fのいずれかに示す配置となる記録層3をディスク基板2上に形成できる。

[0110] 次に、中間層4の記録層5が形成される側の表面にも、情報信号を記録するためのトラックを形成する。これにより、学習領域が図3A～図3Fのいずれかに示す配置となる記録層5を中間層4上に形成できる。

[0111] 次に、中間層6の記録層7が形成される側の表面にも、情報信号を記録するためのトラックを形成する。これにより、学習領域が図3A～図3Fのいずれかに示す配置となる記録層7を中間層6上に形成できる。

[0112] 記録層7を形成した後、カバー層8を形成する。

[0113] (実施の形態2)

(1) 領域配置

図12は本発明の実施の形態2における、記録層を3層備えた追記型光ディスクの領域構成図である。

[0114] 本発明の実施の形態2では、図12に示す通り、パワー学習領域23の配置位置が見た目ではストラテジ学習領域30、ストラテジ学習領域31、ストラテジ学習領域32と同様に、全記録層を通じて共通である所定の半径位置に配置される点が、各記録層におけるパワー学習領域があらかじめ他の記録層と異なる半径位置に配置されていた本発明の実施の形態1（図3A～図3Fで説明）と異なること、またこれに伴って予備領域に相当する領域が確保されていないことを除いては、本発明の実施の形態1で説明したものと同じである。ただし、本発明の実施の形態1でも説明したように、パワー学習に用いる領域においては、他の記録層の記録状態に左右されないように（つまり同一半径位置が重なって記録に使用されないように）制御することが望

まれることに変わりはないため、パワー学習領域の使われ方に特徴がある。
これについては、（２）で説明を行う。

[0115] なお、本発明の実施の形態２においては、パワー学習領域２３に対しての領域使用方法として説明を行ったが、当然ストラテジ学習領域等においても同様の使用方法を適用しても良い。

[0116] なお、本発明の実施の形態２においては追記型光ディスクを例にとって説明したが、本発明の実施の形態１の（２）でも説明したように、書換え型情報記録媒体に対して同様の管理方法を適用しても、追記型光ディスクの場合と同様の効果を得ることが出来る。但し書換え型メディアに適用する場合には、学習領域をランダムに使用することになるため、他の記録層を未使用（未記録）状態のままに制御するのは困難である。そのため、各記録層におけるパワー学習領域及び予備領域が均一な記録状態（例えば全て０データで記録されている等）にするといった方法が有効である。

[0117] 以上、本発明の実施の形態２に示すように、最適な記録パワーとは保証できないパワーでパワーを変化させた記録を行なうために他層の記録状態による透過率バランスの影響を大きく受ける記録パワーの学習を行うためのパワー学習領域は同一半径位置に重ならないように使用し、最適な記録パワーでパワーを固定した記録を行なうために他層の記録状態の影響を受け難いストラテジなどの調整を行うストラテジ学習領域は例えば全ての記録層とも同一半径位置に配置する領域構造とすることで、全ての記録層におけるパワー学習結果に対して他の記録層の記録状態による影響を防ぐことが出来るとともに、記録層が増えることで必要になるＯＰＣ領域として確保しなくてはならない領域サイズ（パワー学習領域とストラテジ学習領域が占める合計サイズ）を最小限に抑えることが出来るため、記録学習に必要な領域を確保することが出来、ユーザが使用可能（＝記録学習が実施可能）な回数が減るという問題も解決できるとともに、リードイン領域１３やリードアウト領域１５の増加を抑えることが出来、データ領域１４のサイズが減ってユーザが使用可能な領域サイズが減るという課題も解決できる。

[0118] (2) 領域の使い方

本発明の実施の形態 2 における記録学習用の領域の使用方法については、パワー学習領域 2 3 の使い方が本発明の実施の形態 1 と異なる点を除いては、本発明の実施の形態 1 と同じである。

[0119] 図 1 3 は、本発明の実施の形態 2 におけるパワー学習領域の使用例を示す図である。なお、各記録層におけるパワー学習領域 2 3 の使い方は、本発明の実施の形態 1 の (2) において図 5 を用いて説明したようにトラックパスとは逆向きに使用する場合を例にとって説明する。つまり、L 0 層および L 2 層では外周側から内周側に向かって、L 1 層は内周側から外周側に向かって使用されるものとする。また記録学習を行う順番は、L 0 層から順番に、続いて L 1 層、最後に L 2 層の順番で行われると仮定して説明を行う。

[0120] 未使用状態のパワー学習領域 2 3 に対して、まずトラックパスが内周側から外周側向きである L 0 層でのパワー学習の際には、(a) に示すように、パワー学習領域 2 3 の外周側境界位置から使用したいサイズ分内周側の位置を先頭に、トラックパスの方向に記録を行う。次にトラックパスが外周側から内周側向きである L 1 層でのパワー学習においては、(b) に示すように、パワー学習領域 2 3 の内周側境界位置から使用したいサイズ分外周側の位置を先頭に、トラックパスの方向に記録を行う。そして最後に、L 0 層と同じくトラックパスが内周側から外周側向きである L 2 層でのパワー学習の際には、(c) に示すように、(a) に示す L 0 層で使用した先頭位置を終端にして、そこから使用したいサイズ分内周側の位置を先頭に、トラックパスの方向に記録を行う。以降、各記録層においてこれを繰り返す形で使用していく。

[0121] このように、他の記録層で使用する領域とは異なる半径位置の領域を使用する、つまり他の記録層で使用済みの領域と重ならないようにパワー学習用の記録を行なうことで、いずれの記録層でのパワー学習の場合にも記録状態を同じ状態に保ちながら使用することが出来る。なお、内周側から使用する領域の半径位置と外周側から使用する領域の半径位置が重なったら、パワー

学習領域 2 3 は枯渇した状態となる。

[0122] なお、図 1 3 では記録層全てに対して同じタイミングで連続して記録パワー学習を行う例を記載したが、ある特定の記録層においてのみパワー学習領域 2 3 を用いた学習を行う場合であっても使い方、および得られる効果は上述の場合と同じである。

[0123] なお、本発明の実施の形態 1 の (1) にて説明したように、例えば上記 (c) の場合に使用する領域は、厳密には (a) で使用した先頭位置と同一半径位置ではなく、貼り合わせ誤差やレーザ光の特性による影響分を考慮する必要がある。そのため、これらの影響による考慮分サイズ（以降、オフセットと呼ぶ）分だけ (a) で使用した領域の先頭位置から、さらにオフセット分内周側の位置を終端位置として、そこから学習で使いたい分だけ内周側の位置を先頭位置として扱う必要がある。

[0124] (3) OPC 領域に関する情報の備え方

本発明の実施の形態 2 においても、本発明の実施の形態 1 の (3) で説明したのと同様に、追記型光ディスクの場合などには、領域をどこまで使用したかを示すポインタ情報を管理情報として備えるのが有効である。

[0125] 図 1 4 は、追記型光ディスクにおけるパワー学習領域及びストラテジ学習領域に関する情報の例である。なお図 1 4 では、図 1 2 に示す領域構造の場合を例にとって説明する。

[0126] ストラテジ学習領域に関する情報は、本発明の実施の形態 1 の (3) で説明したのと同様に、記録層毎に次使用位置情報を備えている。

[0127] 一方でパワー学習領域用の情報としては、全ての記録層共通の情報として、パワー学習領域内周側次使用位置情報 1 3 0 1 とパワー学習領域外周側次使用位置情報 1 3 0 2 とを備える。図 1 3 の例で言えば、外周側から内周側に向かってパワー学習領域を使用する L 0 層、および L 2 層のパワー学習において使用・更新される情報がパワー学習領域外周側次使用位置情報 1 3 0 2 であり、内周から外周側に向かってパワー学習領域を使用する L 1 層において使用・更新される情報がパワー学習領域内周側次使用位置情報 1 3 0 1

である。ここでこれらの情報は全記録層共通の位置情報であるため、本発明の実施の形態１の（３）で説明したように単にＰＢＡ情報で表明するだけでは不十分で、例えば半径位置に関する情報で表明する、もしくは直前に使用した記録層におけるＰＢＡで表明して、実際に記録に使用する際に、該当する記録層におけるＰＢＡに変換して使用するといった必要がある。

[0128] なお本実施の形態２の（２）でも説明したように、次に使用可能な位置情報を示す場合には、ディスクの貼り合わせ誤差やレーザ光の特性による影響を考慮する必要があるため、内周側次使用位置情報および外周側次使用位置情報とも、実際に使用完了した位置よりも上述したオフセットサイズ分を加算した位置情報を示すか、あるいは実際に記録に使用する際にオフセットサイズ分を加算した位置から使用するよう考慮する必要がある。

[0129] （４）記録再生装置

本発明の実施の形態２における記録再生装置は、本発明の実施の形態１の（４）で図９を用いて説明したものと同じであるため、ここでの説明は省略する。

[0130] （５）記録学習方法

本発明の実施の形態２における記録学習方法の手順は、本発明の実施の形態１の（５）で図１０を用いて説明したものとステップ１００２、およびステップ１００４を除いて同じであるため、ここでは本発明の実施の形態１の場合と異なるこれらのステップについてのみ説明を行う。

[0131] ステップ１００２：記録学習に使用する位置を算出する。具体的には、システム制御部１５０における再生制御部１５６は、光ディスク１のＴＤＭＳから最新のＴＤＭＳに含まれる最新のＤＤＳ７０１をメモリ１７０中に読み出し、読み出したデータをもとにアクセス位置管理部１５４は記録学習を行う記録層のパワー学習領域、およびストラテジ学習領域における次に使用可能な位置情報（例えばＬ０層の場合なら、パワー学習領域外周側次使用位置情報１３０２およびＬ０ストラテジ学習領域次使用位置情報７１５）を取得する。そしてこの情報を元に、パワー学習、およびストラテジ学習にて記録

して使用するサイズ、および記録学習を行う記録層におけるパワー学習領域およびストラテジ学習領域の使用方向を判断して、次にパワー学習用の記録を行う先頭位置、およびストラテジ学習用の記録を行なう先頭位置を算出する。ここで、最新のDDS701と記載したのは、TDMAは過渡的に管理情報が更新される領域であるため、その領域の中に含まれるDMS700の中で最新のものに含まれるDDS701を取得するという意味である。

[0132] ステップ1004：パワー学習領域次使用位置情報を更新する。具体的には、パワー学習部152は、ステップ1003にてパワー学習用の記録を行なった位置から、メモリ170中に読み出したDDS701相当のデータにおける、パワー学習を行った記録層に相当するパワー学習領域次使用位置情報（例えばL0層の場合には、パワー学習領域外周側次使用位置情報1302）を更新する。

[0133] なお、本発明の実施の形態2においても、本発明の実施の形態1の（1）で説明したのと同様に、パワー学習領域23において他層で使用済みの半径位置に相当する領域、つまりパワー学習領域23における内周境界位置からパワー学習領域内周側次使用位置情報1301までの領域、及びパワー学習領域外周側次使用位置情報1302からパワー学習領域23における外周境界位置までの間の領域については、実際のその半径位置を使用した記録層以外の記録層においては例えばストラテジ学習領域として、或いは管理情報領域としてなど、パワー学習のように他の記録層の記録状態に影響を受けやすい処理以外のデータ記録に対して使用しても良い。但し、実際にその半径位置を使用した記録層か否かの判定は困難であるため、例えば、パワー学習領域23を内周側から使用するL1層においては、パワー学習領域外周側次使用位置情報1302からパワー学習領域23における外周境界位置までの間の領域を使用可能な領域として用いるといった方法が有効的である。

[0134] なお、本発明の実施の形態2においては、パワー学習領域23のサイズは各記録層とも貼り合わせ誤差等の影響分を除いて同一となるようにする必要はあるが、各記録層のストラテジ学習領域のサイズに関しては、各記録層に

において必ずしも同一で無くとも良い。例えば、各記録層において同一方向、例えば外周側から内周側に向かって使用する場合を考えれば、各記録層のストラテジ学習領域における外周側の境界位置は同一半径位置となるようにすべきだが、内周側の境界位置については必ずしも同一とならなくとも良い。

[0135] なお、本発明の実施の形態 2 でも、パワー学習で使用する領域を他の記録層で使用済みの領域と重ならないように使用する例を説明したが、必ずしも全ての記録層のパワー学習領域において使用する領域の半径位置が異なっていなくとも良い。より具体的には、本発明の実施の形態 1 で図 1 1 を用いて説明したのと同様、他の記録層の記録特性（透過率等）の影響を顕著に受けるのは隣接する記録層の記録状態である。よって例えば最低限隣接する記録層においてパワー学習に使用した領域は異なる半径位置になるように使用するが、隣接でない記録層のパワー学習で使用する領域は重なるように（同一半径位置を含むように）使用しても、パワー学習結果に大きな影響は与えない。つまり、隣接する記録層（言い換えれば、トラックパスの向きが逆である記録層）においてパワー学習に使用する領域は重ならないように使用する一方で、ストラテジ学習領域は同一半径位置に配置される場合でも、本発明の実施の形態 2 で説明したものと同様の効果を得ることが出来る。また、記録層が 6 層や 8 層など更に増えた場合には、パワー学習領域が同一半径位置に重なっても良い記録層の数を N （ N は 0 以上の正数）に制限するといった方法でも良い。

[0136] （実施の形態 3）

（1）領域配置

図 1 5 は本発明の実施の形態 3 における、記録層を 3 層備えた追記型光ディスクの領域構成図である。

[0137] 光ディスク 1 のリードイン領域 1 3 には、記録学習用の OPC 領域 5 0 を備える。

[0138] OPC 領域 5 0 は、全記録層を通じて共通で所定の半径位置に配置され、パワー学習やストラテジ学習を実施するための領域である。但し、本発明の

実施の形態 1、および実施の形態 2 とは異なり、明確にパワー学習領域、ストラテジ学習領域という形で予め分割配置されていないことが特徴である。その代わりに O P C 領域 5 0 は、最初にこの領域を使った記録が行われる前に、任意のサイズでパワー学習用 5 1 とストラテジ学習用 5 2 の部分が割り当てられる。この詳細については、後述の（2）において説明する。

[0139] （2）領域の使い方

図 1 6 は、本発明の実施の形態 3 における追記型光ディスクにおける O P C 領域 5 0 の使用方法の一例を示す説明図である。なお図 1 6 では、図 1 5 に示す領域構造と同じ領域構造である場合を例に取って説明する。

[0140] O P C 領域 5 0 は、初めてこの領域への記録が行われる前に、任意のサイズ（割り当て比）でパワー学習用 5 1、ストラテジ学習用 5 2 が割り当てられる。またパワー学習用 5 1 の部分についてはさらに、各記録層において使用する領域が重ならないよう（同一半径位置とならないよう）に、これも任意のサイズ（割り当て比）にて割り当てされる。一方でストラテジ学習用 5 2 の部分については、使用する領域が重なっても良いので、記録層によらず重なった位置（同一半径位置）のままとする。

[0141] パワー学習用 5 1 の部分は、本発明の実施の形態 1 および実施の形態 2 と同様に、トラックパスとは逆の向きに使用する。具体的には、トラックパスが内周側から外周側向きである L 0 層、L 2 層については、パワー学習用 5 1 の部分は外周側から内周側の向きに、各記録層に対して割り当てられた部分の外周側境界位置を先頭として使用され、トラックパスが外周側から内周側向きである L 1 層については、パワー学習用 5 1 の部分は内周側から外周側の向きに、L 1 層に対して割り当てられた部分の内周側境界位置を先頭として使用される。

[0142] 一方でストラテジ学習用 5 2 の部分は、各記録層において使用する領域を重ねて使用する。具体的には、全ての記録層においてトラックパスには関係なく同一方向（例えば外周側から内周側の向き）に向かって使用する。

[0143] なお、パワー学習用 5 1 とストラテジ学習用 5 2 の割り当て配分について

は、例えば均等配分でもよい。あるいは、光ディスク 1 がパワーマージンの狭い（小さい）メーカーのものであるといった場合には、パワー学習用 5 1 がストラテジ学習用 5 2 よりも大きなサイズとなるように配分しても良い。あるいは、最適パワーはある程度予測で算出可能であるがストラテジについては実際に記録学習を行わないと求めるのが困難である場合などでは、逆にストラテジ学習用 5 2 がパワー学習用 5 1 よりも大きくなるように配分しても良い。

[0144] なお、本発明の実施の形態 3 では、リードイン領域 1 3 に O P C 領域 5 0 が配置されている場合を例に説明したが、例えばさらにリードアウト領域 1 5 にも O P C 領域が配置されても良い。またこの場合、リードイン領域 1 3 に配置された O P C 領域とリードアウト領域 1 5 に配置された O P C 領域とでパワー学習用 5 1 およびストラテジ学習用 5 2 の割り当て比を変えたりしても良い。

[0145] なお、本発明の実施の形態 3 では、O P C 領域 5 0 からパワー学習用 5 1 の領域とストラテジ学習用 5 2 の領域を割り当てる例を示したが、例えばこの他にも別の用途で用いる領域（例えばマージン確認用の領域等）を割り当てたりしても良い。

[0146] （3）O P C 領域に関する情報の備え方

本発明の実施の形態 3 においても、本発明の実施の形態 1 および実施の形態 2 の（3）で説明したのと同様に、追記型光ディスクの場合などには、領域をどこまで使用したかを示すポインタ情報を管理情報として備えるのが有効である。

[0147] 図 1 7 は、追記型光ディスクにおけるパワー学習領域及びストラテジ学習領域に関する情報の例である。なお図 1 7 では、図 1 5 に示す領域構造の場合を例にとって説明する。

[0148] D D S 7 0 1 には、識別子 7 1 0、D F L 位置情報 7 1 1 に加えてさらに、各記録層における記録学習用の関連情報として、パワー学習用 5 1 の部分に関する終端位置情報および次に使用可能な位置情報、ストラテジ学習用 5

2の部分に関する終端位置情報および次に使用可能な位置情報とを記録層の数分だけ備える。つまりL0層用の情報としてL0パワー学習終端位置情報1701、L0パワー学習次使用位置情報1702、L0ストラテジ学習終端位置情報1703、L0ストラテジ学習次使用位置情報1704、L1層用の情報としてL1パワー学習終端位置情報1705、L1パワー学習次使用位置情報1706、L1ストラテジ学習終端位置情報1707、L1ストラテジ学習次使用位置情報1708、L2層用の情報としてL2パワー学習終端位置情報1709、L2パワー学習次使用位置情報1710、L2ストラテジ学習終端位置情報1711、L2ストラテジ学習次使用位置情報1712をそれぞれ備える。

[0149] 上述したように、各記録層におけるパワー学習用51とストラテジ学習用52の割り当て、およびパワー学習用51における各記録層用の割り当ては、OPC領域50を最初に使用する前（例えばInitialize Format時など）にそれぞれ任意のサイズで決定されるため、各記録層のパワー学習終端位置情報、ストラテジ学習終端位置情報はこのタイミングで確定し、さらにパワー学習次使用位置情報、ストラテジ学習次使用位置情報は領域割り当て時には割り当てられた部分の先頭位置を指し示すことになる。また、終端位置情報と次使用位置情報とが同一位置を指し示す場合、もしくは終端位置情報と次使用位置情報との間隔（＝残サイズ）が1回の学習で使用するサイズに満たない場合には、その記録層における学習用の領域が枯渇したと判断する。

[0150] なお、終端位置情報および次使用位置情報はそれぞれ、例えばPBAで示されるが、例えば半径位置のような情報で示しても良い。

[0151] なお、終端位置情報を持つ形で説明を行ったが、終端位置情報の代わりに割り当てられた部分に関する使用可能なサイズを示す残サイズ情報を持って、同様の効果を得ることが出来る。

[0152] なお、終端位置情報を保持する場合には、一旦パワー学習用51およびストラテジ学習用52の割り当てが実施されたら、その時点で確定される情報

で以降は変化しないことになるが、本発明の実施の形態 1 や実施の形態 2 で説明したような再割り当てを行う場合などのタイミングで変化する場合もありうる。一方で残サイズ情報を持つ場合には、使用するたびに次使用位置情報と同じく、残サイズ情報についても更新されることになる。

[0153] なお本発明の実施の形態 1、実施の形態 2 でも説明したように、次に使用可能な位置情報を示す場合には、ディスクの貼り合わせ誤差やレーザ光の特性による影響を考慮する必要があるため、例えば、特に他記録層の記録状態に影響を受けるパワー学習領域に関する次使用位置情報などは、実際に使用完了した位置よりも上述したオフセットサイズ分を加算した位置情報を示すか、あるいは実際に記録に使用する際にオフセットサイズ分を加算した位置から使用するよう考慮する必要がある。

[0154] (4) 記録再生装置

本発明の実施の形態 3 における記録再生装置は、本発明の実施の形態 1 の (4) で図 9 を用いて説明したものと同一であるため、ここでの説明は省略する。

[0155] (5) 記録学習方法

本発明の実施の形態 3 における記録学習方法の手順は、本発明の実施の形態 1 の (5) で図 10 を用いて説明したものとステップ 1002、およびステップ 1004、ステップ 1006 を除いて同じであるため、ここでは本発明の実施の形態 1 の場合と異なるこれらのステップについてのみ説明を行う。

[0156] ステップ 1002：記録学習に使用する位置を算出する。具体的には、システム制御部 150 における再生制御部 156 は、光ディスク 1 の TDMS から最新の TDMS に含まれる最新の DDS 701 をメモリ 170 中に読み出し、読み出したデータをもとにアクセス位置管理部 154 は記録学習を行う記録層のパワー学習領域、およびストラテジ学習領域における次に使用可能な位置情報（例えば L0 層の場合なら、L0 パワー学習次使用位置情報 1702 および L0 ストラテジ学習次使用位置情報 1704）を取得する。そ

してこの情報を元に、パワー学習、およびストラテジ学習にて記録して使用するサイズ、および記録学習を行う記録層におけるパワー学習領域およびストラテジ学習領域の使用方向を判断して、次にパワー学習用の記録を行う先頭位置、およびストラテジ学習用の記録を行なう先頭位置を算出する。ここで、最新のDDS701と記載したのは、TDMAは過渡的に管理情報が更新される領域であるため、その領域の中に含まれるDMS700の中で最新のものに含まれるDDS701を取得するという意味である。

[0157] ステップ1004：パワー学習次使用位置情報を更新する。具体的には、パワー学習部152は、ステップ1003にてパワー学習用の記録を行なった位置から、メモリ170中に読み出したDDS701相当のデータにおける、パワー学習を行った記録層に相当するパワー学習次使用位置情報（例えばL0層の場合には、L0パワー学習次使用位置情報1702）を更新する。

[0158] ステップ1006：ストラテジ学習次使用位置情報を更新する。具体的には、ストラテジ学習部153は、ステップ1005にてストラテジ学習用の記録を行なった位置から、メモリ170中に読み出したDDS701相当のデータにおける、ストラテジ学習を行った記録層に相当するストラテジ学習次使用位置情報（例えばL0層の場合には、L0ストラテジ学習次使用位置情報1704）を更新する。

[0159] なお、本発明の実施の形態3でも、パワー学習で使用する領域を他の記録層で使用済みの領域と重ならないように割り当てる例を説明したが、必ずしも全ての記録層のパワー学習領域において使用する領域の半径位置が異なるように割り当てられなくとも良い。より具体的には、本発明の実施の形態1で図11を用いて説明したのと同様、他の記録層の記録特性（透過率等）の影響を顕著に受けるのは隣接する記録層の記録状態である。よって例えば最低限隣接する記録層においてパワー学習に使用した領域は異なる半径位置になるように使用するが、隣接でない記録層のパワー学習で使用する領域は重なるように（同一半径位置を含むように）割り当てて使用しても、パワー学

習結果に大きな影響は与えない。つまり、隣接する記録層（言い換えれば、トラックパスの向きが逆である記録層）においてパワー学習に使用する領域は重ならないように割り当てて使用する一方で、ストラテジ学習領域は同一半径位置に割り当てても、本発明の実施の形態 3 で説明したものと同様の効果を得ることが出来る。また、記録層が 6 層や 8 層など更に増えた場合には、パワー学習領域が同一半径位置に重なっても良い記録層の数を N （ N は 0 以上の正数）に制限するといった方法でも良い。

[0160] なお、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3 では、パワー学習領域（またはパワー学習用 5 1 の部分）をパワー学習に用いる領域、ストラテジ学習領域（またはストラテジ学習用 5 2 の部分）をストラテジ学習に用いる領域とし、さらにパワー学習に用いる領域は隣接する記録層で同一半径位置に重ならない領域、ストラテジ学習に用いる領域は同一半径位置に重なる部分を含む領域として説明を行ったが、より厳密に言えば、隣接する記録層で同一半径位置に重ならないパワー学習に用いる領域とは、光ディスク 1 に適した記録パワーとは保証できないような記録パワーも含めて（ある範囲内において）自由な記録パワーで記録（例えばパワー学習）を行っても良い領域のことであり、隣接する記録層で同一半径位置に重なる領域を含むストラテジ学習に用いる領域とは光ディスク 1 に適した記録パワーと保証できる記録パワー、言い換えればそのパワーで記録した領域の透過率が透過率バランスを崩さない程度に所定の範囲に収まるような記録パワーで記録を行う領域のことである。そして、これらの領域が各記録層に別々に配置されれば良い。つまり、使用する記録パワーが光ディスク 1 に適した記録パワーであることが保証できる（記録後の透過率が所定の範囲に収まる）範囲で記録パワーを変化させた階段記録を行なことが保証できる場合は、パワー学習を、隣接する記録層で同一半径位置に重なる領域を含むストラテジ学習領域（またはストラテジ学習用 5 2 の部分）で行っても良い。あるいはパワー学習やストラテジ学習に限らず、例えば記録学習結果が本当に最適な条件となっているかどうかについて、学習算出記録パワーを中心に光ディスク 1 に適し

た記録パワーであることが保証できる（記録後の透過率が所定の範囲に収まる）範囲で増加・減少させたパワーなどで記録を行なって最適パワーの微調整を行うマージン確認を、重なる部分を備えるストラテジ学習領域を用いて行ったりしても良い。このような方法を用いれば、重ならない領域を使用する回数を抑えることが可能となり、その結果、各記録層に備えられる重ならない領域のサイズを小さく抑えることができるため、その分重なる部分を含む領域のサイズを大きくすることができ、記録学習に使用可能な回数を増やすことができるといったメリットも出てくる。

[0161] この具体的方法について、いくつか詳細を記載する。

[0162] 例えば記録対象の光ディスク 1 が、光ディスク記録再生装置 100 においてチューニング済みの光ディスク 1 として登録されている場合には、記録パワーは保障できるものとして隣接する記録層で同一半径位置に重なる部分を含むストラテジ学習領域でパワー学習およびストラテジ学習を行っても良い。あるいは、以前に当該光ディスク記録再生装置 100 で、対象の記録層において実施した学習結果（学習履歴）が光ディスク 1 のドライブ固有情報領域（Drive Area と呼ぶ）等に残されている場合、つまり履歴情報を用いた学習を行う場合には、その記録層への記録パワーは保障できるものとして、その記録層における記録学習時はストラテジ学習領域でパワー学習とストラテジ学習を行っても良い。あるいは、すべての記録層における記録学習結果が学習履歴としての残されている場合には、その学習履歴からある基準とする記録層と他の記録層とのパワー比やストラテジ変化量などを求め、ある基準とする記録層において実際の記録学習（パワー学習やストラテジ学習）を実施し、その他の記録層では実際に記録学習は実施せず、実学習を実施したある基準とする記録層での学習結果と学習履歴から求めたパワー比やストラテジ変化量を用いて演算で学習値を求めるといった方法を用いることで、記録学習に用いるパワー学習領域やストラテジ学習領域の消費量を抑えるといった方法も有効である。またこの場合、履歴学習なので実際に記録学習を行うのは隣接する記録層で同一半径位置に重なる部分を含むストラ

テジ学習領域を用いて行うこととし、かつある基準となる記録層は例えば光ディスク 1 のディスク表面から最も奥の記録層（例えば図 3 A に示す光ディスク 1 の場合は L 0 層）を基準層として、最も奥の記録層側から順に使用していき、その記録層でのストラテジ学習領域が枯渇した場合には次に最も遠い記録層（例えば図 3 A に示す光ディスク 1 の場合は L 1 層）のストラテジ学習領域を基準層として使用していくといった方法を用いても良い。この方法を用いれば、光ディスク 1 に適したパワーで記録するストラテジ学習領域についても、ある記録層で学習を行う場合に、それよりもレーザ光を照射する側にある記録層におけるストラテジ学習領域も未使用（追記型光ディスクの場合は未記録）のままにしておくことができるため、透過率の影響を一切気にする必要は無くなるといった効果もある。

[0163] なお、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3 では、記録学習を行うための記録学習領域（O P C 領域）を例にとって、パワー学習用の領域とストラテジ学習用の領域を各記録層に異なる領域として別々に確保する場合について説明したが、この考え方は記録学習領域に限ったものではない。より詳細に言えば、本発明の基本的な考え方は、記録学習におけるパワー学習のように記録パワーを変化させながら記録にある程度適した条件に絞り込むといった粗い調整を行うための粗調整領域、及び記録学習におけるストラテジ学習のように、記録に最適な条件に絞り込むといった精調整（微調整）を行うための精調整領域とを各記録層に別々の領域として備えるという考え方である。これに加えて、さらに本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3 では記録パワーの調整を対象としているが故に他記録層の記録状態（透過率バランス）を考慮してパワー学習に用いる粗調整領域は異なる半径位置に配置するというものである。つまり、粗調整領域と精調整領域を各記録層に別々の領域として備えるという基本的な考え方は、記録学習以外の各種調整にも適用できるものである。

[0164] 以上で述べたように、光ディスク記録再生装置 1 0 0 のような装置（ドライブ）は、上述した記録パワーの制約を満たす限りにおいてストラテジ学習

領域を学習に利用可能な領域として利用することができる。ただし、この領域で実施される学習はストラテジ学習に限られることはない。ドライブは用途を問わず、任意の学習をストラテジ学習領域で行うことができる。ストラテジ学習領域はドライブが任意の学習に使用できる領域であるため、上述したパワー学習領域のように同一半径位置に重ならないように配置する必要はない。

[0165] 上述したようにパワー学習領域で使用される記録パワーは（ある範囲内において）自由な記録パワーで記録を行っても良い。しかしながら、ストラテジ学習領域で使用される記録パワーは、パワー学習後に決定された後に、所定の範囲に収まる記録パワーで記録を行う領域である。これは、パワー学習領域で使用される記録パワーの振り幅に比べて、ストラテジ学習領域で使用される記録パワーの振り幅は小さいことを意味する。言い換えると、ストラテジ学習領域において使用される記録パワーの変動率幅は、パワー学習領域において使用される記録パワーの変動率幅以下またはそれより小さいという制約がある。ここでいう「記録パワーの変動率幅」とは、基準パワー、もしくは最適パワーを100%とした場合の、最大記録パワーの変動率及び／または最小記録パワーの変動率の割合として定義される。

[0166] これについて、具体例を用いて説明する。図28の(A)～(D)は、それぞれ、パワー学習領域及びストラテジ学習領域において使用される記録パワーの変動率幅の関係を示す説明図である。

[0167] 図28では、パワー学習領域で使用する記録パワーにおける基準パワーを「 P_{bp} 」、ストラテジ学習領域で使用する記録パワーにおける基準パワーを「 P_{bs} 」と表記している。ここで「基準パワー」とは、その光ディスクへの記録に使用する記録パワーの基準値のことである。一般的にはこの基準パワーは、光ディスク1上のコントロール領域などに埋め込まれている記録パワーに関する情報から算出できる。その他、基準パワーは、光ディスク記録再生装置100が予め保持している光ディスク1の種類ごとに適した記録パワーに関する情報から算出され、光ディスク1のドライブ固有情報領域（

Drive Area) 等に残された学習履歴を元に算出されることもある。

[0168] この基準パワーは、同じ光ディスク 1 であっても、記録に使用する記録倍速や各記録層によって値が異なることがある。一般的には高倍速になるほど記録パワーも大きくなる。そのため、上述したような基準パワーに関する情報は、記録倍速や記録層毎に用意される場合もある。パワー学習領域で 사용되는基準パワー P_{bp} と、ストラテジ学習領域で 사용되는基準パワー P_{bs} は、同じであっても良いし、異なっても良い。

[0169] 図 28 (A) は、パワー学習領域で 사용되는基準パワーとストラテジ学習領域で 사용되는基準パワーとが同じときの、各記録パワーが変動する幅の一例を示す。

[0170] パワー学習領域で 사용되는記録パワーの範囲は、基準パワー P_{bp} を 100%とした場合、上限側に+10%、下限側に-15%まで、つまり基準パワー P_{bp} に対して 110%から 85%の範囲（この範囲を「変動率幅」と呼ぶ。）である。一方、ストラテジ学習領域で 사용되는記録パワーの範囲は、基準パワー P_{bs} を 100%とした場合、上限側に+8%、下限側はパワー学習領域同様-15%まで、つまり基準パワー P_{bs} に対して 108%から 85%の変動率幅の範囲である。パワー学習領域およびストラテジ学習領域を利用した記録学習時において、ドライブは、上述したそれぞれの変動率幅でパワーを振ることが出来る。

[0171] このように、基準パワーが同じであるのに対して、下限パワーの範囲は同じである。しかしながら、上限パワーの範囲はストラテジ学習領域の方がパワー学習領域よりも狭い。つまりストラテジ学習領域で 사용되는記録パワーの変動率幅、パワーの絶対値のいずれも、パワー学習領域で 사용되는記録パワーの変動率幅、パワーの絶対値よりも小さい。

[0172] 図 28 (B) は、パワー学習領域で 사용되는基準パワーとストラテジ学習領域で 사용되는基準パワーとが同じときの、各記録パワーが変動する幅の他の一例を示す。

- [0173] パワー学習領域で使用される記録パワーの範囲は、図 28 (A) と同様、基準パワー P_{bp} に対して 110% から 85% の範囲であるとする。一方ストラテジ学習領域で使用される記録パワーの範囲は、基準パワー P_{bs} を 100% とした場合、上限側に +8%、下限側に -12% まで、つまり基準パワー P_{bs} に対して 108% から 88% の範囲である。この例では、パワー学習領域とストラテジ学習領域とでそれぞれ使用される基準パワーは同じであるのに対して、上限パワーの範囲、下限パワーの範囲ともにストラテジ学習領域の方がパワー学習領域よりも狭い、つまりストラテジ学習領域で使用される記録パワーの変動率幅、パワーの絶対値のいずれも、パワー学習領域で使用される記録パワーの変動率幅、パワーの絶対値よりも小さい。
- [0174] 図 28 (C) は、パワー学習領域で使用される基準パワーとストラテジ学習領域で使用される基準パワーとが同じときの、各記録パワーが変動する幅のさらに他の一例を示す。パワー学習領域で使用される記録パワーの範囲は、図 28 (A) と同様、基準パワー P_{bp} に対して 110% から 85% の範囲である。一方ストラテジ学習領域で使用される記録パワーの範囲は、基準パワー P_{bs} を 100% とした場合、上限側に +5%、下限側に -18% まで、つまり基準パワー P_{bs} に対して 105% から 82% の範囲である。この場合、基準パワーから上限パワーまでの範囲についてはパワー学習領域の方がストラテジ学習領域よりも大きい、基準パワーから下限パワーまでの範囲についてはパワー学習領域の方がストラテジ学習領域よりも小さい。
- [0175] しかし、つまりパワー学習領域において使用される上限パワーと下限パワーとの範囲、つまり上限パワーと下限パワーとの変動率の差分は、パワー学習領域が 25% ($110\% - 85\% = 25\%$)、ストラテジ学習領域が 23% ($105\% - 82\% = 23\%$) と、パワー学習領域の変動率幅よりもストラテジ学習領域の変動率幅の方が小さい。
- [0176] 図 28 (D) は、パワー学習領域で使用される基準パワーとストラテジ学習領域で使用される基準パワーとが異なっているときの、各記録パワーが変動する幅の一例を示す。このときは、パワー学習領域で使用される基準パワ

一 P_{bp} より、ストラテジ学習領域で使用される基準パワー P_{bs} の方が大きい。これは例えば、パワー学習領域で学習（記録）を行う際の記録倍速よりもストラテジ学習領域で学習（記録）を行う際の記録倍速が大きい場合が当てはまる。

[0177] パワー学習領域で使用される記録パワーの範囲は、基準パワー P_{bp} を 100%とした場合、上限側に+10%、下限側に-15%まで、つまり基準パワー P_{bp} に対して110%から85%の範囲（この範囲を変動率幅とする）である。一方ストラテジ学習領域で使用される記録パワーの範囲は、基準パワー P_{bs} を100%とした場合、上限側に+8%、下限側はパワー学習領域同様-12%まで、つまり基準パワー P_{bs} に対して108%から88%の範囲である。

[0178] 図28の（A）から（C）の場合とは異なり、基準パワー P_{bp} と P_{bs} が異なる（ $P_{bp} < P_{bs}$ ）ため、この例の場合ではパワー学習領域で使用される記録パワーの上限値よりも、ストラテジ学習領域で使用される記録パワーの上限値の方が大きくなる。しかしながら、基準パワーに対する記録パワーの変動率幅としては、上限パワーの範囲、下限パワーの範囲ともにストラテジ学習領域の方がパワー学習領域よりも狭い。つまりストラテジ学習領域で使用される記録パワーの変動率幅は、パワー学習領域で使用される記録パワーの変動率幅よりも小さい。

[0179] つまりこれらの関係を式であらわすと、

$$K_{pmax} \geq K_{smax} \quad \text{または} \quad K_{pmin} \leq K_{smin}$$

かつ

$$(K_{pmax} - K_{pmin}) \geq (K_{smax} - K_{smin})$$

となる。

[0180] 上記式では、パワー学習領域の基準パワーは「 P_{bp} 」、上限側への変動率（上限パワーと基準パワーとの比率）は「 K_{pmax} 」、下限側への変動率（下限パワーと基準パワーとの比率）は「 K_{pmin} 」、ストラテジ学習領域の基準パワーは「 P_{bs} 」、上限側への変動率は「 K_{smax} 」、下限

側への変動率は「 K_{smin} 」としている。

[0181] このように、記録パワーの変動率幅を抑えることで、各記録層で同一半径位置に配置されるストラテジ学習領域での透過率バランスを確保し、学習の精度を確保することが出来るという効果がある。

[0182] なお、図28で示した例はあくまで一例であり、上限・下限の範囲（値）もこれに限ったものではない。言い換えると、ストラテジ学習領域で使用される記録パワーの変動率幅が、パワー学習領域で使用される記録パワーの変動率幅よりも小さい（あるいは以下）という条件を満たしていれば良い。

[0183] なお、図28に関連して、例えば同一条件（例えば同じ記録倍速、あるいは同一記録層など）下においてパワー学習領域で使用される記録パワーの絶対値よりも、ストラテジ学習領域で使用される記録パワーの絶対値を小さく（もしくは以下に）制限する、つまり

$$P_{bp} \times K_{pmax} \geq P_{bs} \times K_{smax}$$

とするという方法も、各記録層で同一半径位置に学習領域が存在するストラテジ学習領域に対しては効果的である。

[0184] ストラテジ学習領域で使用される記録パワーの大きさを制限することは、積層される記録層の数が増えるほど効果的である。上述のとおり、本発明の実施の形態では各記録層で同一半径位置にストラテジ学習領域が存在する。したがって、レーザ光の入射面から深い位置の記録層における学習時ほど、その記録層より浅い位置の記録層で学習されたストラテジ学習領域の透過率バランスの影響を受けやすい。ストラテジ学習領域で使用される記録パワーの大きさを制限することにより、浅い位置の記録層において透過率バランスが崩れることを抑制できる。これは記録層の数が増えるほど顕著である。

[0185] 本来は、記録層の数が多くなるほど同一半径位置に学習領域を重ねることが不利になる。それにもかかわらず、本発明では同一半径位置にストラテジ学習領域を配置している。これは、従来意識されてこなかった記録パワーの大きさを制限することを大きな要因として実現されたといえる。

[0186] なお、本発明の実施の形態1、実施の形態2、実施の形態3では記録層を

3層備えた光ディスク1を例にとって説明を行ったが、記録層が3層である必要は無く、例えば記録層を6層や8層備えた場合にも同様の効果を得ることが出来ることは言うまでも無い。

[0187] なお、本発明の実施の形態1、実施の形態2、実施の形態3では追記型情報記録媒体を例に取って説明したが、上書き可能な書換え型情報記録媒体に適用しても、同様の効果を得られる。

[0188] なお、本発明の実施の形態1、実施の形態2では各記録層におけるパワー学習領域およびストラテジ学習領域のサイズが同一である場合を例に、実施の形態3ではOPC領域50のサイズが同一である場合を例にとって説明したが、これらの領域のサイズが記録層毎に異なっても良い。具体的には、例えば各記録層のリードイン領域13やリードアウト領域15等に含まれる管理情報領域（図示せず）のサイズに応じてパワー学習領域およびストラテジ学習領域のサイズを変えたり、あるいはデータ領域14の欠陥ブロック等に対する交替領域等としてデータ領域14中に備えられるスペア領域（図示せず）のサイズに応じて変えるなどしても良い。

[0189] なお、本発明の実施の形態1、実施の形態2、実施の形態3では、全ての記録層に対して同じタイミングで記録学習を行う場合を説明したが、必ずしも同じタイミングで行われなくとも良く、少なくとも対象の記録層への記録を行なう前に対象記録層での記録学習を行うようにできれば良い。また、必ずしも全ての記録層で実際に学習を行わなくとも、例えば最低ある1つの記録層では記録学習を行うが、他の記録層へはある1つの記録層での学習結果をもとに演算して求めることで実際の学習を実施したものと見なすといった方法でも構わない。またこの際、ある1つの記録層の選び方として、例えば記録学習用の領域（パワー学習領域、ストラテジ学習領域、OPC領域）の残サイズが最も大きい記録層を選ぶ、あるいは記録学習用領域自体のサイズが最も大きい記録層を選ぶといった方法を用いても良い。

[0190] これについて効果を含めて詳細に説明する。本発明の実施の形態1、実施の形態2、実施の形態3で示したように、例えば複数の記録層を有する光デ

ィスク 1 装着後、最初にホストからユーザデータ領域 1 4 への記録要求を受け付けた場合に、全ての記録層に対して同じタイミングで記録学習を行っておくという方法を採用すると、そのタイミングでの記録学習に大きく時間を要してしまうというデメリットがある。その一方、以下のメリットがある。

- ・以降、例えば連続記録を行なっている最中に記録層が変わる場合などでも記録学習を行う必要が無いため、ドライブシステムとしての記録処理パフォーマンスを一定に保つことが出来る。

- ・全ての記録層に対する記録倍速を、全ての記録層で記録学習に成功した一番高い倍速などで共通化できるため、記録層毎に異なる記録倍速管理を行う必要が無く、ドライブ制御処理を簡素化できる。

[0191] この手法は、例えば記録開始する前にある程度時間の余裕を確保できるシステムで、かつ連続記録中に記録処理が遅延して記録データの欠落等が発生しては困るシステム、つまり予約録画機能を持ち、記録途中の映像が欠落すると困るレコーダシステムなどに対して有効である。

[0192] 一方で、上述したように、例えば複数の記録層を有する光ディスク 1 装着後、最初にホストからユーザデータ領域 1 4 への記録要求を受け付けた場合に、記録要求を受けた記録層に対してのみ記録学習を行うことも考えられる。この場合、連続記録を行う場合には記録層が変わる場合などのタイミングでその記録層に対する記録学習が走るため、記録処理パフォーマンスが場合によって変化するというデメリットがある。その一方、以下のメリットがある。

- ・最初の記録要求を受け付けた時点での記録学習時間を短縮できる。（記録要求に対する最大応答時間を短縮することが出来る）

- ・記録を行なわない記録層に対して記録学習を実施することがなくなるため、例えば記録層 L 0 にしかユーザデータ記録を行なわないで光ディスク 1 を排出したような場合など、不要な記録層で記録学習を行うことが無くなり、記録学習領域の使用効率を最大限に高めることが出来る。

[0193] この手法は、例えばホストからの記録要求に対してタイムアウトが設けら

れており、所定の時間内で応答する必要があるPCドライブシステムなどに対して有効である。

[0194] なお後者の方法を採用すると、記録要求を受け付けた記録層での記録学習に加えて、ユーザデータ記録に伴って更新された管理情報の記録が必要になる。よって、次に管理情報を記録する管理情報領域（例えばDMAや、追記型光ディスクの場合はTDMAなど）を含む記録層での記録学習も同じタイミングで行ってもよい。

[0195] なお、本発明の実施の形態1、実施の形態2、実施の形態3の（3）では、使用可能な位置（つまり使用済みおよび未使用領域の位置）を識別するための情報として、次に使用可能な位置に関する情報を備える方法を説明したが、その他にも、例えば使用済み領域と未使用領域とをビットマップで管理するといった方法でも同様の効果を得ることが出来る。

[0196] なお、本発明の実施の形態1、実施の形態2、実施の形態3で説明したように、例えばパワー学習領域が枯渇した際にストラテジ学習領域の一部をパワー学習領域として割り当てしなおす方法を実現するために、各領域の最終使用可能位置（終端位置）情報や残サイズ、使用方向等といった情報をさらに備えても良い。あるいは、パワー学習領域を使用した後で他の記録層における同一半径位置に配置される予備領域を使用する方法も考えると、パワー学習領域やストラテジ学習領域が1つの記録層に複数存在するとして扱い、次使用位置情報に加えて、パワー学習領域およびストラテジ学習領域の先頭位置およびサイズを領域数分含んだリスト形式で保持しておくなどといった方法も有効である。

[0197] なお、本発明の実施の形態1、実施の形態2、実施の形態3においては、パワー学習領域はトラックパスとは逆向きに、ストラテジ学習領域は全ての記録層で同じ向きに使用するといった例を説明したが、これはあくまで一例である。

[0198] たとえば、パワー学習領域において過大パワーで記録を行うことにより、トラックが破壊されることがある。このようなトラック破壊を考慮に入れた

学習方法を、記録学習処理共通の思想としてストラテジ学習領域にも適用してもよい。すると、記録時におけるパワー学習領域およびストラテジ学習領域の使用方向は、同一記録層において同じ方向になる。たとえば、L0層ではパワー学習領域とストラテジ学習領域共に外周側から内周側の方向、つまりトラックパスとは逆の向きに使用してもよい。

[0199] あるいは、例えば単純に、パワー学習領域はトラックパスとは逆向きに使用するが、光ディスク1に大よそ適した記録パワーで記録されるストラテジ学習領域はトラックパスと同じ向きに使用するという使い方も可能である。この場合には、パワー学習領域における領域破壊にも対応可能であり、さらにストラテジ学習領域については、ストラテジ学習中にメディア欠陥等による記録失敗が発生したとしても、前の記録に引き続いてリトライ処理を行えるなど、アクセスパフォーマンスの向上といった効果を得ることが出来たり、あるいは学習中の記録が途中で失敗したような場合にトラックパスと逆向きに使用していた場合には学習領域中に記録済み領域と未記録領域が混在して残ってしまうことになり、異常時の未記録と記録済みの境界位置探索が困難になるといった課題があるのに対して、トラックパスの方向に使用することで、この課題も解決することが出来る。

[0200] あるいは、例えばパワー学習領域が破壊される可能性について前述したが、メディアの特性によっては、多少の高パワーでの記録が行われた場合でもウォブル等で埋め込まれたPBAが取得できないような状態になることはまず無いと言えるものもあるため、パワー学習領域に対しても仕様方向の制限を付けず、例えば単純にパワー学習領域、ストラテジ学習領域ともトラックパスと同一方向に使用するといった方法も考えられる。こうすることで、仮にパワー学習中、またはストラテジ学習中ともに前述したアクセスパフォーマンスを向上させるといった効果を得ることが出来る。

[0201] またさらに書換え型情報記録媒体を考えた場合には、上書き及びランダムアクセスが可能であるため、領域の使い方に関しては追記型情報記録媒体のように必ずしも制限を加えなくても良いが、当然ここで説明したのと同様の

使い方を適用することも可能であり、その場合には追記型情報記録媒体の場合と同様の効果を得ることが出来る。

[0202] なお、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3 では、パワー学習用の領域とストラテジ学習用の領域が重ならない場合の例を示したが、例えばストラテジ学習で使用された領域を透過してパワー学習を行ったりしても良い。具体的には、例えば L 0 層のパワー学習を行おうとした場合で、L 1 層の同一半径位置相当の領域が一定パワーで記録されるストラテジ学習で使用済みの領域であったような場合であれば、透過率の影響は低いため、そのまま L 0 層の領域をパワー学習に用いたりしても良い。

[0203] なお、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3 では、光ディスク 1 がオポジットパスと呼ばれるトラッキング方法が採用されているものとして説明を行ったが、例えば全ての記録層で内周側から外周側に向かって昇順（あるいは降順）に物理アドレスが割り振られるパラレルパスであっても、同様の効果を得ることが出来る。

[0204] （実施の形態 4）

（1）領域配置

図 2 1 は本発明の実施の形態 4 における、記録層を 3 層備えた追記型光ディスクの領域構成図である。

[0205] 光ディスク 1 のリードイン領域 1 3 には、記録層ごとに、記録学習用にそれぞれ別々の領域である記録学習領域 A（L 0 層が記録学習領域 A 6 0、L 1 層が記録学習領域 A 6 1、L 2 層が記録学習領域 A 6 2）と、記録学習領域 B（L 0 層が記録学習領域 B 7 0、L 1 層が記録学習領域 B 7 1、L 2 層が記録学習領域 B 7 2）を備える。記録学習領域 A（L 0 層の記録学習領域 A 6 0、L 1 層の記録学習領域 A 6 1、L 2 層の記録学習領域 A 6 2）はそれぞれ同一半径位置に重なる領域を含んで配置されている。また記録学習領域 B（L 0 層の記録学習領域 B 7 0、L 1 層の記録学習領域 B 7 1、L 2 層の記録学習領域 B 7 2）もそれぞれ同一半径位置に重なる領域を含んで配置されている。なお、ここで言う同一半径位置とは厳密な意味での同一半径位

置とはならない場合もある。つまり、本発明の実施の形態 1 で示した同一半径範囲位置のことであり、記録層の貼り合わせ誤差や、レーザ光の特性を考慮する必要がある。

[0206] 記録学習領域 A とは、本発明の実施の形態 1 で説明したパワー学習領域等と同様の領域で、記録パワーに制限が無く、任意の記録パワーで記録学習（以後、これを記録学習 A と呼ぶこともある）を行っても良い領域である。例えば、記録パワーを段階的に変えたパターンでの記録（階段記録）伴うパワー学習などを行っても良い。

[0207] ここで記録学習領域 A は各記録層で同一半径位置に重なる領域を含んで配置されるが、任意のパワーでの記録が許容される領域であるため、記録学習を行う際にレーザ光が通過する他の記録層の領域が階段記録を伴うパワー学習が行われた領域であった場合などには、透過率がばらついてしまい、学習結果に支障が出てしまう恐れがある。これを防ぐため記録学習領域 A は、レーザ光の入射側から遠い位置に配置される記録層から順番に使用していくという使用制限が付けられた領域である。つまり例えば図 2 1 の光ディスク 1 の場合、レーザ光の入射側にある記録層が L 2 層であり、遠い位置に配置される記録層は L 0 層であるため、L 0 層の記録学習領域 A 6 0 から順番に使用され、この記録学習領域 A 6 0 が使い尽くされた場合には、続いて L 1 層の記録学習領域 A 6 1、続いて L 2 層の記録学習領域 A 6 2 と順に使われていくことになる。このようにすることで、使用する記録学習領域 A よりもレーザ入射側にある記録層の記録学習領域 A は常に未使用（未記録）状態とすることが出来、透過率ばらつきによる記録学習結果への影響等を防ぐことが出来る。

[0208] 記録学習領域 B とは、本発明の実施の形態 1 で説明したストラテジ学習領域等と同様の領域で、光ディスク 1 に大よそ適した記録パワーと保証できる記録パワー、言い換えればそのパワーで記録した領域の透過率が透過率バランスを崩さない程度に所定の範囲に収まるような記録パワーで記録（以後、これを記録学習 B と呼ぶこともある）を行う領域のことである。例えば、パル

ス幅の調整を行うために、パワー学習で得られた光ディスク 1 に大よそ適した記録パワーで固定してパルス幅を変動させた記録を伴うストラテジ学習等を行なっても良い。

[0209] ここで記録学習領域 B も各記録層で同一半径位置に重なる領域を含んで配置されるが、この領域はパワー学習で求められた記録パワーなど光ディスク 1 に大よそ適した記録パワーでの記録が行なわれる領域であるため、記録済みの他の記録層における記録学習領域 B をレーザ光を通過させて記録を行なっても、他層の記録状態による透過率の影響をほとんど受けない（無視できる程度に抑えることができる）と言えるため、記録学習領域 A とは異なり、使用順番などの制約は無い。つまり他の記録層における記録学習領域 B の状態に関わらず、使用したいタイミングにおいて任意の記録層での記録学習領域 B を使用しても良い。

[0210] なお図 2 1 では、記録学習領域 A は全て同一半径位置に重なる領域を備える（同一半径位置に配置される）例を示したが、全ての記録層の記録学習領域 A が同一半径位置に重なる領域を備えて無くても良い。つまり図 2 1 に示す領域配置が、リードイン領域 1 3（もしくはリードアウト領域 1 5）において記録学習用の領域を最も効率的に配置できる方法であるが、例えば図 2 2 に示すように、L 0 層の記録学習領域 A 6 0 だけ、他の記録層の記録学習領域 A とは異なる半径位置に配置されたりしても、多少リードイン領域 1 3（またはリードアウト領域 1 5）に占める記録学習用領域の割合が図 2 1 の場合と比べて大きくなるものの、記録学習領域 A の使用順番の制限を同じように設ければ、図 2 1 に示した場合と同様の効果を得ることが出来る。なお、記録学習領域 B についても、記録学習領域 A と同様、全ての記録層における記録学習領域 B が同一半径位置に重なる領域を含んでいなくても同様の効果を得ることが出来る。

[0211] （2）領域の使い方

記録学習領域 A 及び記録学習領域 B の使い方について、より詳細に図 2 1 を用いて説明する。なお図 2 1 中に示す矢印は、記録学習領域 A 及び記録学

習領域Bの使用方向（記録方向）を示している。

[0212] 同じ1つの記録層においては、記録学習領域A及び記録学習領域B（例えばL0層の記録学習領域A60及び記録学習領域B70）はともに追記記録される。つまり、それぞれ所定方向（例えば記録学習領域Aおよび記録学習領域Bともにトラックパスとは逆の方向。つまり図21の場合には、L0層の記録学習領域A60および記録学習領域B70はディスクの外周から内周側の方向）に向かって順に使用される。これは本発明の実施の形態1の（2）領域の使い方において説明したように、任意のパワーでの階段記録を伴うパワー学習を行う段階ではまだパワー調整が出来ていない状態であるため、どのようなパワーで記録されるかが保証出来ず、非常に高いパワーで記録を行なってトラック11を壊してしまう場合もあり得ることを考慮したものである。

[0213] 上述したように、記録学習領域Aは、レーザ光の入射側から遠い（奥の）位置に配置される記録層から順番に使用していくという使用制限が付けられた領域である。つまり例えば図21の光ディスク1の場合、レーザ光の入射側から遠い（奥の）位置にある記録層であるL0層の記録学習領域A60から順番に使用され、この記録学習領域A60が使い尽くされた場合には、続いてL1層の記録学習領域A61、続いてL2層の記録学習領域A62と順に使われていく。

[0214] なお図21に記載した各記録層における記録学習領域Aおよび記録学習領域Bの使用方向はあくまで一例であり、これに限ったものではない。つまり図21では、トラックパスと逆の方向に向かって、同じ記録層に含まれる記録学習領域Aと記録学習領域Bは同じ向きに使用される例を挙げたが、例えば記録パワーが保証できない記録学習領域Aはトラックパスと逆の方向に向かって使用されるのに対して、光ディスク1に大よそ適した記録パワーでの記録が保証できる記録学習領域Bはトラックパスの方向に使用するといった使い方でも良い。この場合、記録学習領域Aについてはパワー学習における領域破壊にも対応可能であり、さらに記録学習領域Bについては、ストラテ

ジ学習中にメディア欠陥等による記録失敗が発生したとしても、前の記録に引き続いてリトライ処理を行えるなど、アクセスパフォーマンスの向上といった効果を得ることが出来たり、あるいは学習中の記録が途中で失敗したような場合にトラックパスと逆向きに使用していた場合には学習領域中に記録済み領域と未記録領域が混在して残ってしまうことになり、異常時の未記録と記録済みの境界位置探索が困難になるといった課題があるのに対して、トラックパスの方向に使用することで、この課題も解決することが出来るといったメリットがある。その他、例えば記録学習領域Aについても領域破壊によるアドレス取得失敗が発生する可能性が極めて低いメディアの場合などでは全てトラックパスの方向に使用されても良く、あるいは本発明の実施の形態1等で記述した領域再割り当てを考慮して記録学習領域Bは全ての記録層で同一の方向（例えば内周側から外周側）に使用されたりしても良い。

[0215] ここで、レーザ入射側から遠い記録層から使用されるという制限のついた記録学習領域Aの使われ方について、その一例を、図23を用いて説明する。

[0216] 図23（A）は、これから記録学習を行おうとする追記型の光ディスク1の状態を示す。使用順番に制限のついた記録学習領域Aは、L0層の記録学習領域A60が使用中で、使用中のL0層の記録学習領域A60の使用可能な残りサイズはRブロック（クラスタ）であり、記録学習領域Aで行う学習（例えばパワー学習）に通常使用するサイズがLブロック（クラスタ）であるとする。ここで学習に通常使用するサイズというのは、リトライなど学習における異常系を除いた、学習で最低限使用するサイズ（ブロック数）のことであるとする。

[0217] 記録学習で使用するサイズ：Lが、使用中の記録層の記録学習領域A（この図の場合は、L0層の記録学習領域A60）の残りサイズ：Rよりも少ない（小さい）もしくは等価（同じサイズ）の場合は、そのまま対象層の記録学習領域A（この図の場合は、L0層の記録学習領域A60）で図中の次使用開始位置が示す位置から記録学習を行えばよい。

[0218] しかし図 2 3 に示すように記録学習で使用するサイズ：L が、使用中の記録層の記録学習領域 A（この図の場合は、L 0 層の記録学習領域 A 6 0）の残りサイズ：R よりも多い（大きい）場合は、対象層の記録学習領域 A（この図の場合は、L 0 層の記録学習領域 A 6 0）だけでは記録学習を完結することができない。このような場合、使用可能なサイズ分だけ使用して対象層の記録学習領域 A（この図の場合は、L 0 層の記録学習領域 A 6 0）で記録学習を行い、学習に足りなかったサイズ分を次の使用可能な記録層の記録学習領域 A（この図の場合は、L 1 層の記録学習領域 A 6 1）で行うという方法も有りうるが、1 つの記録学習（例えばパワー学習）の途中で記録層が変わってしまうと、記録層の記録特性の違いによる学習結果のずれや学習時間、学習結果の判断のやり方など非常に複雑困難になってしまう。そこでこのような場合には、図 2 3（B）に示すように、図中の次使用開始位置が示す使用中の記録層の記録学習領域 A（この図の場合は L 0 層の記録学習領域 A 6 0）のサイズ：R 分の空き領域は使用できない領域として扱い、次の使用可能な記録層の記録学習領域 A（この図の場合には、L 1 層の記録学習領域 A 6 1）にて必要なサイズ：L 分の学習をすべて実施する方法が効果的である。

[0219] なおこの場合、使用せずに残した領域については、そのまま未使用（未記録）状態のままとしておいても良いし、あるいは任意のパワー・データで意味を持たないデータを記録して記録済み状態にしたりしても良い。

[0220] なお、実際に記録学習に用いたサイズ（セクタ数、またはブロック数）が、学習実施前に記録学習に必要なサイズとして認識しているサイズ：L よりも大きくなってしまいう場合も考えられる。つまり例えばパワー学習の処理の中で記録に失敗したりしてリトライを行うようなケースもあり、このような場合には 1 回の学習において L ブロックよりも大きなサイズの領域を使用してしまうケースもありうる。このような場合、リトライも想定して、学習に必要なサイズ：L を、最低限必要なサイズ（セクタ数、またはブロック数）ではなく、マージンを持たせたサイズとしておくのも 1 つの方法であるし、

あるいはサイズ：Lは最低限必要なサイズのままとして、リトライによって対象記録層の記録学習領域Aだけでは完結しなくなったような場合には、その時点で次に使用可能な記録層の記録学習領域Aでリトライの学習から行うというのも1つの方法である。

[0221] (3) OPC領域に関する情報の備え方

図24は、追記型光ディスクにおける記録学習領域A及び記録学習領域Bに関する情報の例である。なおここでは、図21に示す光ディスク1の領域構造の場合を例に取って説明する。なお図24においても、本発明の実施の形態1(3)と同様に、記録学習に関する情報の説明であるため、記録が可能なタイミング、つまりファイナライズまでの過渡的に交信記録された情報であるTDMS700を例に取って説明を行う。

[0222] TDMAには、欠陥位置や交替記録に関する情報であるDFL702などのディスク管理情報と、DFL702の位置情報や光ディスクの領域に関する位置情報などを含むDDS701とを備えたTDMS700が記録される。

[0223] DDS701は、この情報がDDSであることを示す識別子710や、DFL702が記録されている位置であるDFL位置情報711に加えて、さらに記録学習領域Aを備えた全記録層の記録学習領域Aに渡って1つの、次に使用することが可能な位置情報(ポインタ情報)である記録学習領域A次使用位置情報800(以降、NAPA800と呼ぶ)と、各記録層の記録学習領域Bに対して存在する次の使用可能な位置情報(ポインタ情報)である、L0層記録学習領域B70用のL0記録学習領域B次使用位置情報801(以降、L0-NAPB801と呼ぶ)、L1層記録学習領域B71用のL1記録学習領域B次使用位置情報802(以降、L1-NAPB802と呼ぶ)、L2層記録学習領域B70用のL2記録学習領域B次使用位置情報803(以降、L2-NAPB803と呼ぶ)とを備えている。記録学習領域B用の情報と異なり、記録学習領域Aについては、記録学習領域Aを備えた全記録層の記録学習領域Aに渡って1つの情報しか保持しないのは、記録学

習領域Aがレーザ入射側から遠い記録層から使用されるという使用順番に制限が付いている領域であるため、情報としては各記録層における開始位置情報として保持しておく必要が無いためである。

[0224] なお、TDMS (DMS) を構成する情報としては、ディスク管理情報であるDFL702とその位置情報を含むDDS701のみとは限らない。具体的には例えば、ディスク管理情報としてDFL702の他に、光ディスク1におけるデータ領域14中のトラック (SRR) の配置や使用状態を示す情報であるSRR I や、ランダム記録の際に用いられる記録未記録状態を示すSBMなどの情報を含む場合もある。

[0225] なおDFL702とDDS701とは必ずしも連続して記録されるとは限らない。つまり例えば以前TDMAに記録されたDFL702が存在し、その情報が更新する必要が無いままDDS701内のデータのみ更新する必要が発生した場合などには、DFL位置情報711として以前記録されたDFL702の位置を指した形でDDS701のみ記録されるような場合もあり得るためである。

[0226] 図25は、図24で説明した次使用位置情報についての説明図である。

[0227] 記録学習領域Aについて、記録学習領域Aを備えた全記録層におけるNAPA800が図25に示すようにL1層の記録学習領域A61の途中の位置を指している場合は、L0層の記録学習領域A60はすべて使い尽くされ (使用可能なサイズ分の領域が残っておらず)、かつ内周から外周側に向かって使用されるL1層の記録学習領域A61については、記録学習領域A61の内周側境界位置からNAPA800が示す位置の手前までが使用済みで、次の記録学習領域Aを用いた学習を行う場合には、NAPA800が示す位置を先頭に外周側に向かって記録学習領域A61が使用可能であることを示す。

[0228] 記録学習領域Bについては使用順番等の制限は無いため、外周から内周側に向かって使用されるL0層の記録学習領域B70、およびL2層の記録学習領域B72については、それぞれ、記録学習領域B70の外周側境界位置

からL0-NAPB801が示す位置の手前まで、記録学習領域B72の外周側境界位置からL2-NAPB803が示す位置の手前までが使用済みであり、また内周から外周側に向かって使用されるL1層の記録学習領域B71については、記録学習領域B71の内周側境界位置からL1-NAPB802が示す位置の手前までが使用済みであることを示す。

[0229] このように記録学習領域Bについては、光ディスク1が備える記録層が増減すれば、その分だけ必要になる情報の数も増減することになるが、記録学習領域Aについては記録層が増減しても必要になる情報の数は変わらず1つのままで良いということになる。

[0230] なおこれらの次使用位置情報は、例えば光ディスク1における位置情報であるPBAなどで示される。

[0231] (4) 記録再生装置

図26は、本発明の実施の形態4における光ディスク1への記録再生を行う光ディスク記録再生装置100に関する構成を示す。

[0232] 本発明の実施の形態4における光ディスク記録再生装置100は、本発明の実施の形態1の(4)で図9を用いて説明したものと、記録学習部151を構成する記録学習部A157および記録学習部B158を除いて同じであるため、同じ部分についてはここでの説明は省略する。

[0233] 記録学習部A157は、記録学習領域Aでの記録学習(記録学習A)を制御するブロックであり、階段記録を伴うパワー学習のような任意の記録パワーでの記録学習を制御する。

[0234] 記録学習部B158は、記録学習領域Bでの記録学習(記録学習B)を制御するブロックであり、パルス幅の調整を行うストラテジ学習や、光ディスク1に大よそ適した記録パワーであることが保証できる(記録後の透過率が所定の範囲に収まる)範囲で増加・減少させたパワーなどで記録を行なって最適パワーの微調整を行うマージン確認のような、光ディスク1に適した記録パワーであることが保証できる範囲のパワーでの記録学習を制御する。

[0235] (5) 記録学習方法

本発明の実施の形態 4 における光ディスク 1 に対する記録学习方法について説明する。

- [0236] まず任意の記録パワーでの記録が可能な記録学習領域 A は、レーザ光の入射側から遠い記録層から順番に使用される領域であり、パワーを段階的に変化させる階段記録を伴うパワー学習などを行うことができる領域である。記録学習領域 A は他の記録層と同一半径位置を含むように重ねて配置されているが、レーザ光の入射側から遠い記録層から順番に使用されるため、仮に過大な記録パワーなどでの記録が行われたとしても、それより遠い（奥側）の記録層の記録学習領域 A は存在しない、もしくは既に使用済みであることが保証できるため、他の記録層での記録学習結果に影響を与えることは無い。
- [0237] しかし例えば記録学習領域 A でパワー学習を行うとした場合、すべての記録層で同じタイミングで記録学習領域 A を用いたパワー学習を行うことはできず、ある 1 つの記録層でのみパワー学習を行うことが可能なだけである。そのため、実際にパワー学習を行った記録層を除く記録層では、光ディスク 1 におけるその記録層に適した記録パワーを、パワー学習を実施して求めることは出来ない。
- [0238] これに対する 1 つの方法として、ある 1 つの記録層での記録学習（パワー学習）結果と、ディスク製造時にあらかじめリードイン領域またはリードアウト領域のコントロール領域（或いは物理管理情報領域と呼ぶ）（図示せず）内に記録されている推奨記録パワーとを用いることでこの問題を解決する。
- [0239] 光ディスク 1 にはコントロール領域（BD ディスクの場合には P I C（P e r m a n e n t I n f o r m a t i o n & C o n t r o l d a t a）領域）などと呼ばれるディスク製造時にその光ディスク 1 に関する各種パラメータがあらかじめ埋め込まれた領域が存在し、例えばこの中に、その光ディスク 1 における各記録層、あるいは各記録倍速に応じた推奨記録パワーや推奨ストラテジ等に関する情報なども埋め込まれている。そのため本来はこのコントロール領域内に存在する推奨記録パワーや推奨ストラテジにて

記録すれば記録学習などを行わなくても良いということになるが、実際に光ディスク 1 へ記録を行う際の温度や湿度、光ディスク記録再生装置 100 における光レーザを照射する光ヘッド 120 の個体差や、光ヘッド 120 もしくは光ディスク 1 へ付着した埃や汚れなどによって、実際に記録を行う際に記録に適した記録パワーや記録パルス幅は必ずしもコントロール領域に埋め込まれた記録パワーなどと合致するとは限らないため、実際に当該光ディスク記録再生装置 100 において光ディスクを使用する際にパワー学習やストラテジ学習といった記録学習を行う。しかし上述したように、実際に記録学習を行う目的は、記録を行う際の各種環境に適した状態に合わせこむことが目的であり、光ディスク 1 の記録層ごとの記録特性に変化が生じるようなことはまず無いといえる。つまり、ある 1 つの記録層において実際にパワー学習を行い、パワー学習で求めた記録パワーと、光ディスク 1 のコントロール領域に埋め込まれた推奨記録パワーとの差異（変化率）を求め、この変化率と、実際にパワー学習を行うことが出来なかった他の記録層における推奨記録パワーとを用いる（例えば乗算する）ことで、実際にパワー学習を行うことが出来なかった他の記録層に適した記録パワーとして演算によって算出することで、実際に当該記録層でパワー学習を行ったのと同程度の大よそ適した記録パワーを求めることが出来る。そしてこのようにして求めた記録パワーを用いて、記録パワーに制限があるが使用順番には制限の無い各記録層の記録学習領域 B を用いてストラテジ学習や、パワー微調整のためのマージン確認などを行うことで、実際に記録学習領域 A でパワー学習を行った記録層以外の記録層に適した記録パワーや記録パルス幅（記録ストラテジ）といった記録パラメータを確定する。

[0240] 上記で説明した方法を、図 27 に示すフロー図を用いて説明する。

[0241] ステップ 2701：記録学習に必要な情報を取得する。具体的には、システム制御部 150 における再生制御部 156 は、光ディスク 1 の TDMA から最新の DMS 700 に含まれる最新の DDS 701 を、さらにコントロール領域から物理管理情報（PIC などの情報）をメモリ 170 中に読み出す

。さらに以前に当該光ディスク記録再生装置 100 で実施した学習結果（学習履歴）が記録学習対象の光ディスク 1 のドライブ固有情報領域（Drive Area と呼ぶ）等に残されている場合には、この情報を読み出したるもする。そして読み出した最新の DDS 701 をもとにアクセス位置管理部 154 は、記録学習領域 A の次に使用可能な位置情報である NAPA800、および各記録層の記録学習領域 B における次に使用可能な位置情報（L0-NAPB801、L1-NAPB802、L2-NAPB803）を取得するとともに、物理管理情報をもとに記録学習部 151 は、これから実施する記録学習条件に合致した記録パラメータ（例えば、NAPA800 が指し示す位置に相当する記録層において、記録学習を行う倍速に相当する推奨記録パワー等の情報）を取得する。ここで、最新の DDS 701 と記載したのは、TDMA は過渡的に管理情報が更新される領域であるため、その領域の中に含まれる DMS 700 の中で最新のものに含まれる DDS 701 を取得するという意味である。

- [0242] ステップ 2702：記録学習領域 A で記録学習 A（例えばパワー学習）を実施する。具体的にはアクセス位置管理部 154 は、NAPA800 が指し示す位置に相当する記録層 L_n （ n は層番号で、0 以上の正数）の記録学習領域 A（例えば図 25 のような場合は NAPA800 は記録層 L_1 の位置を指しているため、 n は 1 であり、記録層 L_1 における記録学習領域 A61）の NAPA800 が指す位置を基準にパワー学習を行う先頭位置を確定し、記録学習部 A157 は対象記録層・記録倍速等に応じたレーザ照射パワー（例えば階段記録を行うための複数パターンのレーザパワー等）を判断してレーザ制御部 130 に設定し、さらに所定のストラテジ（例えばコントロール領域に記載されているストラテジ）を記録補償回路 140 に設定し、アクセス制御部 154 によって算出されたパワー学習を行う先頭位置に対してメカ制御部 160 を用いて光ヘッド 120 を移動させて記録を行い、記録した領域の記録品質（例えば変調度や BER）から最適記録パワー（例えば複数パターンのレーザパワーの中で最も変調度が期待値に近いパワー）を求める。

そして、パワー学習に使用した分だけ、メモリ 170 内の DDS 701 に相当するデータのうち、記録学習領域 A 次使用位置情報 (NAPA) 800 を更新する。

[0243] なお、本発明の実施の形態 4 (2) で図 23 を用いて説明したように、NAPA 800 が指し示す記録層の記録学習領域 A の使用可能サイズによっては、必ずしも NAPA 800 が指し示す記録層の記録学習領域 A でパワー学習を行うとは限らない。

[0244] なお、もし万が一パワー学習の際の記録に失敗したような場合には、先の記録を行なった位置を基準として再度アクセス位置管理部 154 にてアクセス位置を求め、リトライとして再び本ステップ 2702 を繰り返して実施しても良い。

[0245] ステップ 2703 : パワー変化率を算出する。具体的には記録学習部 151 は、メモリ 170 中に読み出した記録層 L_n におけるコントロール領域の推奨記録パワー (P_{wi} とする) と、ステップ 2702 にて得られた最適記録パワー (P_{wo} とする) とのパワー変化率 2700 (例えば P_{wo}/P_{wi} の値) をメモリ 170 に記憶する。なおこの際、パワー変化率 2700 が所定の範囲内 (例えば 95% ~ 100% の範囲) でなかった場合には、得られたパワーは光ディスク 1 に対して適したパワーでは無いと判断し、リトライとしてステップ 2702 からやり直しても良い。

[0246] なおパワー変化率 2700 は必ずしも P_{wo} を P_{wi} で除算した値でなくとも良く、パワー変化率が分かる値であればどのような値でも良い。

[0247] ステップ 2704 : 記録学習領域 A を用いた学習を行った記録層 L_n の記録学習領域 B で記録学習 B (ストラテジ学習、マージン確認等。以下記録学習 B ではストラテジ学習を行うものとして説明を行う。) を実施する。具体的にはアクセス位置管理部 154 は、ステップ 2702 で記録学習領域 A を用いた学習を行った記録層 L_n における記録学習領域 B の次使用位置情報である $L_n - NAPB$ (例えば NAPA 800 が図 25 のような場合、記録学習 A (パワー学習) を行った L_1 記録層における記録学習領域 B 71 に関す

る次使用位置情報である $L1-NAPB802$)が指す位置を基準にストラテジ学習を行う先頭位置を確定し、記録学習部 $B158$ はステップ 2702 でのパワー学習で求められた最適記録パワーをレーザ制御部 130 に設定し、さらにストラテジ(例えば複数パターンのストラテジ)を記録補償回路 140 に設定し、アクセス制御部 154 によって算出されたストラテジ学習を行う先頭位置に対してメカ制御部 160 を用いて光ヘッド 120 を移動させ記録を行い、記録した領域の記録品質(例えば変調度や位相誤差)から最適な記録ストラテジ(例えば複数パターンのストラテジ条件の中で最も位相誤差が小さいストラテジ)を求める。そして、ストラテジ学習に使用した分だけ、メモリ 170 内の $DDS701$ に相当するデータのうち、 L_n 記録学習領域 B 次使用位置情報(n が 1 (記録層 $L1$)の場合は、 $L1-NAPB802$)を更新する。

[0248] なお、もし万が一ストラテジ学習の際の記録に失敗したような場合には、先の記録を行なった位置を基準として再度アクセス位置管理部 154 にてアクセス位置を求め、リトライとして再び本ステップ 2704 を繰り返して実施しても良い。

[0249] ステップ 2705 : 後述するステップ 2706 からステップ 2707 の処理(記録学習領域 B での記録学習処理)を、ステップ 2704 にて記録学習領域 B を行なった記録層(L_n 層)を除く全ての記録層 L_m (m は層番号で、 $n \neq m$ である 0 以上の正数)に対して繰り返す。例えば図 25 に示す状態の光ディスク 1 の場合、記録学習領域 A を用いた記録学習 A (パワー学習)は記録層 5 ($L1$ 層)で実施されるため、ステップ 2704 での記録学習 B も $L1$ 層で実施された状態である。そのため、この記録層を除く記録層 3 ($L0$ 層)及び記録層 7 ($L2$ 層)に対して繰り返す。

[0250] ステップ 2706 : 記録層 L_m における最適記録パワーを求める。具体的には記録学習部 151 は、ステップ 2703 にて算出されたパワー変化率 2700 と、メモリ 170 中に読み出した記録層 L_m におけるコントロール領域の推奨記録パワーとを乗算することで、記録層 L_m における最適記録パワ

ー（厳密に言えば、演算で求めることになるので、大よそ適した記録パワー）を求める。

[0251] ステップ2707：記録層 L_m の記録学習領域Bで記録学習B（ストラテジ学習、マージン確認等。以下記録学習Bではストラテジ学習を行うものとして説明を行う。）を実施する。具体的にはアクセス位置管理部154は、記録層 L_m における記録学習領域Bの次使用位置情報である L_m-NAPB （例えば m が0（記録層 L_0 ）の場合、記録学習領域B70に関する次使用位置情報である $L_0-NAPB801$ ）が指す位置を基準にストラテジ学習を行う先頭位置を確定し、記録学習部B158はステップ2706にて求められた最適記録パワーをレーザ制御部130に設定し、さらにストラテジ（例えば複数パターンのストラテジ）を記録補償回路140に設定し、アクセス制御部154によって算出されたストラテジ学習を行う先頭位置に対してメカ制御部160を用いて光ヘッド120を移動させ記録を行い、記録した領域の記録品質（例えば変調度や位相誤差）から最適な記録ストラテジ（例えば複数パターンのストラテジ条件の中で最も位相誤差が小さいストラテジ）を求める。そして、ストラテジ学習に使用した分だけ、メモリ170内のDDS701に相当するデータのうち、 L_m 記録学習領域B次使用位置情報（ m が0（記録層 L_0 ）の場合は、 $L_0-NAPB801$ ）を更新する。

[0252] なお、もし万が一ストラテジ学習の際の記録に失敗したような場合には、先の記録を行なった位置を基準として再度アクセス位置管理部154にてアクセス位置を求め、リトライとして再び本ステップ2707を繰り返して実施しても良い。

[0253] ステップ2708：前述したステップ2706からステップ2707の処理をステップ2704にて記録学習領域Bを行なった記録層 L_n を除く全ての記録層 L_m に対して繰り返す。記録学習が完了していない記録層が存在する場合には、ステップ2705に戻る。ステップ2704にて記録学習領域Aで学習を行なった記録層を除く全ての記録層における記録学習が完了した場合には、ステップ2709へ進む。

- [0254] ステップ2709：記録学習が完了したら、TDMAに最新の管理情報を記録（更新）する。具体的にはシステム制御部150は記録制御部155を用いて、メモリ170中に格納されている、上記ステップ2702、ステップ2704、ステップ2707において更新された新しい次使用位置情報を含むDDS相当のデータを新たなTDMS700として、TDMAに追記記録する。なお、このタイミング（現実的には、Drive Areaの使用位置を示すポインタ情報をもDDS701が含むため、TDMA（DDS701）の更新よりも前のタイミング）で、必要に応じて光ディスク記録再生装置100が実施した学習結果（学習履歴）を記録学習対象の光ディスク1のドライブ固有情報領域（Drive Areaとも呼ぶ）へ記録しても良い。
- [0255] なお管理情報更新は必ずしも記録学習後のタイミングで行わずとも、光ディスク1が光ディスク記録再生装置100から排出されるまでの間に実施されれば良い。
- [0256] 以上で記録学習処理が完了する。
- [0257] このように、記録学習領域Aおよび記録学習領域Bにおける次の使用可能な位置（ポインタ）情報を管理情報（DDS701）に含めておくことで、記録学習を行うたびに次に使用可能な位置の探索を行う必要がなくなり、上記ステップ2701においてアクセス位置管理部154が効率的に記録学習位置を求めることが出来るため、記録学習処理全体の処理効率も上がる（記録学習の所要時間が短縮できる）。特に記録学習領域Aについては、レーザー光の入射側から遠い記録層から順に使用されるため、次に使用可能な位置を実際に探索しようとする、最悪で全ての記録層における記録学習領域Aへのアクセスが発生する可能性があるため、全ての記録層の記録学習領域Aに対して1つのポインタ情報で管理することでより効果を発揮することが出来る。
- [0258] 記録学習領域Bは光ディスク1に大よそ適した記録パワーでの記録が行なわれる領域という制限があるため、少なくとも記録学習領域Aでの記録学習

A（パワー学習）が実施されるよりも後で使用される必要があり、実際にこれらの領域での学習を行う記録学習部151（記録学習部A157および記録学習部158）に対して学習実施の順番をシステム制御部150にて制御している。

[0259] なお、上記の図27の説明においては、システム制御部150が記録学習における一連の処理の手順を含めた全体制御を行う位置づけであり、記録学習部151（記録学習部A157および記録学習部B158）は記録学習におけるパワー学習やストラテジ学習などの学習動作を実施する処理部の位置づけとして説明したが、上記ステップに相当する処理（機能）を実現する手段が存在すれば同様の効果を得ることが出来ることは言うまでも無い。つまり、例えば記録学習部151が記録学習全体制御を行ったりしても良いし、1つの手段が複数のステップ（機能）を実現したりしても良い。

[0260] なお、ステップ2705における記録層 L_m （ m は層番号で、 $n \neq m$ である0以上の正数）で行うという処理判定条件を、 $n = m$ の記録層も含めた全ての記録層に対して処理を実施するようにして、記録学習領域Aを実施した記録層 L_n における記録学習領域Bを用いた学習を行うというステップ2704をなくし、ステップ2706からステップ2707の処理に共通化して実施しても良い。

[0261] なお、例えば以前に当該光ディスク記録再生装置100で実施した学習結果（学習履歴）が記録学習対象の光ディスク1のドライブ固有情報領域（Drive Areaとも呼ぶ）等に残されている場合には、ステップ2702におけるパワー学習時のストラテジ初期値を学習履歴に残されたストラテジとしたりしても良い。あるいは、学習履歴が存在する場合には、記録学習領域Aを用いた記録学習（パワー学習）を行った記録層での記録学習B（ストラテジ学習等）を行うというステップ2704、あるいは全ての記録学習Bに関するステップ2704およびステップ2707は実施しないなどといった制御を行っても構わない。あるいは、学習履歴に以前求めたパワー変化率2700に相当する情報やそれに関連する情報（例えば以前の学習実施時

の温度情報など）を残しておき、今回記録学習を行う場合の条件が学習履歴に残された条件を満たす場合には、ステップ2702における記録学習領域Aでの記録学習Aをスキップするといった制御を行っても良い。

[0262] なお、ステップ2705では、記録学習Bを、Ln層を除く全ての記録層に対して実施すると記載したが、少なくともデータ領域14やリードイン領域13等の管理情報領域へのデータ記録が行われる記録層において記録学習Bまでが実施されれば良く、必ずしも全ての記録層に対して実施されなくとも良い。

[0263] なお、全ての記録層における記録学習領域Aで新たな学習が行えるだけの空き領域が無くなった（枯渇した）時点で、その光ディスク1は新たな記録学習が出来ないため記録禁止として扱われる。同様に、ステップ2704、およびステップ2707で記録学習領域Bを用いた記録学習B（ストラテジ学習等）を行う必要がある場合で、対象層の記録学習領域Bで新たな学習が行えるだけの空き領域が無くなった（枯渇した）時点で、その光ディスク1（厳密に言えば、少なくとも対象記録層）は新たな記録学習が出来ないため記録禁止として扱われる。

[0264] なお、以前に当該光ディスク記録再生装置100で、対象の記録層において実施した学習結果（学習履歴）が光ディスク1のドライブ固有情報領域（Drive Areaとも呼ぶ）等に残されている場合、つまり履歴情報を用いた学習を行う場合には、その記録層への記録パワーは保障できるものとして扱うことが出来る場合など、記録学習領域Bでの記録学習で調整可能な場合などは、記録学習領域Bに使用可能な領域が残っていれば、記録学習領域Aが枯渇したからといって、必ずしも記録禁止として扱わなくとも良い。

[0265] なお、本発明の実施の形態4では、追記型光ディスクを例にとって説明したが、同様の考え方を書換え型光ディスクに適用しても良い。つまり、各記録層とも記録学習領域Aと記録学習領域Bを備え、記録学習領域Aはレーザ入射側から遠い記録層（例えばL0層の記録学習領域A60）から使用していき、その記録層での記録学習領域Aがサイクル劣化等で使用が危ういと判

断された場合などに次の記録層における記録学習領域A（例えばL1層の記録学習領域A61）を使用するといった制限を設け、記録学習領域Bは光ディスク1に大よそ適した記録パワーで記録されるという形でも、上述したのと同様の効果を得ることが出来る。但し書換え型光ディスクの場合には記録学習領域も書換え可能な領域であるため、記録学習領域内であれば任意の場所で記録学習を行っても構わない。そのため書換え型光ディスクの場合には、次使用位置情報（NAPA800やLO-NAPB801等）は保持しなくとも良いが、記録学習領域Aの使用順番に制限をつけるため、次に使用可能な記録学習領域Aの位置情報（物理アドレス、または記録層番号など）を保持する必要がある。

[0266] （実施の形態5）

<主要パラメータ>

本発明が適用可能な記録媒体の一例として、ブルーレイディスク（BD）や他の規格の光ディスクがある。以下ではBDに関して説明する。BDには、記録膜の特性に応じて、再生専用型であるBD-ROM、追記記録型・ライトワンス型であるBD-R、書換記録型であるBD-REなどのタイプがあり、本発明は、BDや他の規格の光ディスクにおける、R（追記型・ライトワンス型）、RE（書換型）のいずれのタイプの記録媒体にも適用可能である。ブルーレイディスクの主な光学定数と物理フォーマットについては、「ブルーレイディスク読本」（オーム社出版）やブルーレイアソシエーションのホームページ（<http://www.blu-raydisc.com/>）に掲載されているホワイトペーパーに開示されている。

[0267] BDでは、波長が略405nm（標準値405nmに対して誤差範囲の許容値を±5nmとすれば、400～410nm）のレーザ光および開口数（NA: Numerical Aperture）が略0.85（標準値0.85に対して誤差範囲の許容値を±0.01とすれば、0.84～0.86）の対物レンズを用いる。BDのトラックピッチは略0.32μm（標準値0.320μmに対して誤差範囲の許容値を±0.010μmとすれば、0

． 310～0.330 μm ）であり、記録層が1層または2層設けられている。記録層の記録面がレーザ入射側から片面1層あるいは片面2層の構成であり、BDの保護層の表面から記録面まで距離は75 μm ～100 μm である。

[0268] 記録信号の変調方式は17PP変調を利用し、記録されるマークの最短マーク（2Tマーク：Tは基準クロックの周期（所定の変調則によってマークを記録する場合における、変調の基準周期））のマーク長は0.149 μm （又は0.138 μm ）（チャネルビット長：Tが74.50 nm（又は69.00 nm））である。記録容量は片面単層25 GB（又は27 GB）（より詳細には、25.025 GB（又は27.020 GB））、または、片面2層50 GB（又は54 GB）（より詳細には、50.050 GB（又は54.040 GB））である。

[0269] チャネルクロック周波数は、標準速度（BD 1x）の転送レートでは66 MHz（チャネルビットレート66.000 Mb/s）であり、4倍速（BD 4x）の転送レートでは264 MHz（チャネルビットレート264.000 Mb/s）、6倍速（BD 6x）の転送レートでは396 MHz（チャネルビットレート396.000 Mb/s）、8倍速（BD 8x）の転送レートでは528 MHz（チャネルビットレート528.000 Mb/s）である。

[0270] 標準線速度（基準線速度、1x）は4.917 m/sec（又は、4.554 m/sec）である。2倍（2x）、4倍（4x）、6倍（6x）および8倍（8x）の線速度は、それぞれ、9.834 m/sec、19.668 m/sec、29.502 m/secおよび39.336 m/secである。標準線速度よりも高い線速度は一般的には、標準線速度の正の整数倍である。しかしながら、整数に限られず、正の実数倍であってもよい。また、0.5倍（0.5x）など、標準線速度よりも遅い線速度も定義し得る。

[0271] なお、上記は既に商品化が進んでいる、主に1層当たり約25 GB（又は約27 GB）の1層又は2層のBDに関するものである。更なる大容量化と

して、1層あたりの記録容量を略32GB又は略33.4GBとした高密度なBDや、層数を3層又は4層としたBDも検討されており、以降では、それらに関しても説明する。

[0272] <変調>

次に、記録信号の変調方式について述べる。

[0273] データ（オリジナルのソースデータ／変調前のバイナリデータ）を記録媒体に記録する場合、所定のサイズに分割され、さらに所定のサイズに分割されたデータは所定の長さのフレームに分割され、フレーム毎に所定のシンクコード／同期符号系列が挿入される（フレームシンク領域）。フレームに分割されたデータは、記録媒体の記録再生信号特性に合致した所定の変調則に従って変調されたデータ符号系列として記録される（フレームデータ領域）。

[0274] ここで変調則としては、マーク長が制限されるRLL（Run Length Limited）符号化方式などでもよく、RLL（d，k）と表記した場合、1と1の間に出現する0が最小d個、最大k個であることを意味する（dおよびkは、 $d < k$ を満たす自然数である）。例えば $d = 1$ ， $k = 7$ の場合、Tを変調の基準周期とすると、最短が2T、最長が8Tの記録マーク及びスペースとなる。またRLL（1，7）変調に更に次の[1][2]の特徴を加味した1-7PP変調としてもよい。1-7PPの“PP”とは、Parity preserve／Prohibit Repeated Minimum Transition Lengthの略で、[1]最初のPであるParity preserveは、変調前のソースデータビットの“1”の個数の奇偶（すなわちParity）と、それに対応する変調後ビットパターンの“1”の個数の奇偶が一致していることを意味し、[2]後ろの方のPであるProhibit Repeated Minimum Transition Lengthは、変調後の記録波形の上での最短マーク及びスペースの繰り返し回数を制限（具体的には、2Tの繰り返し回数を最大6回までに制限）する仕組みを意味する。

[0275] <フレームシンクパターン>

一方、フレーム間に挿入されるシンクコード／同期符号系列には前述の所

定の変調則は適用されないので、その変調則によって拘束される符号長以外のパターンを含ませることが可能となる。このシンクコード／同期符号系列は、記録されたデータを再生するときの再生処理タイミングを決定するもののため、次のようなパターンが含まれてもよい。

[0276] データ符号系列との識別を容易にするという観点からは、データ符号系列には出現しないパターンを含ませてもよい。例えば、データ符号系列に含まれる最長マーク／スペースよりも長いマーク又はスペースやそのマークとスペースの繰り返しである。変調方式が 1-7 変調の場合、マークやスペースの長さは $2T \sim 8T$ に制限されるので、 $8T$ よりも長い $9T$ 以上のマーク又はスペース ($9TM$ and/or $9TS$) や $9T$ マーク／スペースの繰り返し ($9T/9T$) 等である。

[0277] 同期引き込み等の処理を容易にするという観点からは、マーク／スペースの遷移（ゼロクロス点）を多く発生させるパターンを含ませてもよい。例えば、データ符号系列に含まれるマーク／スペースの内、比較的短いマーク又はスペースやそのマークとスペースの繰り返しである。変調方式が 1-7 変調方式の場合、最短である $2T$ のマーク又はスペース ($2TM$ and/or $2TS$) や $2T$ マーク／スペースの繰り返し ($2T/2T$) や、次最短である $3T$ のマーク又はスペース ($3TM$ and/or $3TS$) や $3T$ マーク／スペースの繰り返し ($3T/3T$) 等である。なお、波長、開口数、チャネルビット長、記録密度などによっては、十分な再生特性が得られない長さのマーク及び／又はスペースが含まれることもあるので、そのような場合には、十分な再生特性が得られない長さ以下のマーク及び／又はスペース（例えば最短のマーク及び／又はスペース）を除いてもよい。

[0278] <フレームシンクの符号間距離>

前述の同期符号系列とデータ符号系列を含む領域を仮にフレーム領域と呼び、そのフレーム領域を複数（例えば 31 個）含む単位を仮にセクタ（又はアドレスユニット (Address Unit)）と呼ぶことにすると、あるセクタにおいて、そのセクタの任意のフレーム領域に含まれる同期符号系

列と、その任意のフレーム領域以外のフレーム領域に含まれる同期符号系列との符号間距離を2以上にしてもよい。ここで符号間距離とは、2つの符号系列を比較した場合、符号系列中の異なるビットの個数を意味する。この様に符号間距離を2以上にすることで、再生時のノイズの影響などにより一方の読み出し系列が1ビットシフト誤りを起こしても、もう一方と誤識別することがない。また、特に、そのセクタの先頭に位置するフレーム領域に含まれる同期符号系列と、先頭以外に位置するフレーム領域に含まれる同期符号系列との符号間距離を2以上にしてもよく、この様にすることで、先頭箇所か否か／セクタの区切り箇所か否かの識別を容易にすることができる。

[0279] なお符号間距離は、NRZ記録のときは符号系列をNRZ表記した場合、NRZI記録の時は符号系列をNRZI表記した場合、における符号間距離の意味を含んでいる。そのため、もしRLL変調を採用した記録の場合、このRLLとはNRZIの記録波形の上で高レベル又は低レベルの信号が続く個数を制限することを意味するものであるため、NRZI表記における符号間距離が2以上ということの意味する。

[0280] <記録方式：In-Groove/On-Groove>

また記録方式に関しては、媒体に溝を形成することによって、溝部と、溝と溝との間の溝間部と、が形成されることになるが、溝部に記録するか、溝間部に記録するか、溝部と溝間部の両方に記録するか、様々な方式がある。ここで、溝部と溝間部のうち、光入射面から見て凸部となる側に記録する方式をOn-Groove方式といい、光入射面から凹部となる側に記録する方式をIn-Groove方式という。本発明において、記録方式として、On-Groove方式とするか、In-Groove方式とするか、両方式のどちらか一方を許可する方式とするかは特に問わない。

[0281] なお、両方式のどちらか一方を許可する方式の場合、その媒体が、どちらの記録方式であるかを容易に識別できるように、On-Groove方式であるかIn-Groove方式であるかを示した記録方式識別情報を媒体に記録してもよい。多層情報記録媒体については、各層についての記録方式識

別情報を記録してもよい。その場合、各層についての記録方式識別情報を基準層（光入射面から見てもっとも遠い側の層（L0）又は最も近い層や、起動時に最も最初にアクセスされるように決められている層など）にまとめて記録してもよいし、各層にその層のみに関する記録方式識別情報を記録してもよいし、各層に全ての層に関する記録方式識別情報を記録してもよい。

[0282] また記録方式識別情報を記録する領域としては、BCA（Burst Cutting Area）やディスク情報領域（データ記録領域よりも内周側又は／及び外周側にあり、主に制御情報を格納する領域、なお再生専用領域でデータ記録領域よりもトラックピッチが広がっていることがある）やウォブル（ウォブルに重畳して記録）等があり、いずれかの領域又はいずれか複数の領域又は全ての領域に記録してもよい。

[0283] またウォブルの開始方向に関しては、On-Groove方式とIn-Groove方式とで互いに逆となるようにしてもよい。つまり、もしOn-Groove方式にてウォブルの開始方向がディスクの内周側から開始する場合には、In-Groove方式ではウォブルの開始方向をディスクの外周側から開始するようにし（、又は、もしOn-Groove方式にてウォブルの開始方向がディスクの外周側から開始する場合には、In-Groove方式ではウォブルの開始方向をディスクの内周側から開始するようにし）てもよい。このように、On-Groove方式とIn-Groove方式とでウォブルの開始方向互いに逆となるようにすることで、どちらの方式にしてもトラッキングの極性を同一にすることができる。なぜなら、On-Groove方式では、光入射面から凸部となる側に記録を行うのに対して、In-Groove方式では、光入射面から凹部となる側に記録を行うため、仮に両方で溝の深さが同じである場合、トラッキング極性は逆の関係となる。そこで、両方でウォブルの開始方向も互いに逆とすることにより、トラッキング極性を同じにすることができる。

[0284] <記録特性と反射率：High to Low, Low to High>

また、記録膜の特性に関しては、記録部分と未記録部分との反射率の関係

により、以下の2つの特性のものがある。つまり、未記録部分が記録済部分よりも高反射率（High-to-Low）であるHtoL特性と、未記録部分が記録済部分よりも低反射率（Low-to-High）であるLtoH特性である。本発明において、媒体の記録膜特性として、HtoLであるか、LtoHであるか、どちらか一方を許可するものであるかは特に問わない。

[0285] また、どちらか一方を許可するものの場合、どちらの記録膜特性であるかを容易に識別できるように、HtoLであるかLtoHであるかを示した記録膜特性識別情報を媒体に記録してもよい。多層情報記録媒体については、各層についての記録膜特性識別情報を記録してもよい。その場合、各層についての記録膜特性識別情報を基準層（光入射面から見てもっとも遠い側の層（LO）又は最も近い層や、起動時に最も最初にアクセスされるように決められている層など）にまとめて記録してもよいし、各層にその層のみに関する記録膜特性識別情報を記録してもよいし、各層に全ての層に関する記録膜特性識別情報を記録してもよい。

[0286] また、記録膜特性識別情報を記録する領域としては、BCA（Burst Cutting Area）やディスク情報領域（データ記録領域よりも内周側又は／及び外周側にあり、主に制御情報を格納する領域、なお再生専用領域でデータ記録領域よりもトラックピッチが広がっていることがある）やウォブル（ウォブルに重畳して記録）等があり、いずれかの領域又はいずれか複数の領域又は全ての領域に記録してもよい。

[0287] <多層について>

レーザ光を保護層の側から入射して情報が再生及び／又は記録される片面ディスクとすると、記録層を二層以上にする場合、基板と保護層の間には複数の記録層が設けられることになるが、その場合における多層ディスクの構成例を図29に示す。図示された光ディスクは、 $(n+1)$ 層の情報記録層502で構成されている（ n は0以上の整数）。その構成を具体的に説明すると、光ディスクには、レーザ光505が入射する側の表面から順に、カバ

一層 501、 $(n+1)$ 枚の情報記録層 ($L_n \sim L_0$ 層) 502、そして基板 500 が積層されている。また、 $(n+1)$ 枚の情報記録層 502 の層間には、光学的緩衝材として働く中間層 503 が挿入されている。つまり、光入射面から所定の距離を隔てた最も奥側の位置 (光源から最も遠い位置) に基準層 (L_0) を設け、基準層 (L_0) から光入射面側に層を増やすように記録層を積層 ($L_1, L_2, \dots, L_n$) している。

[0288] ここで、単層ディスクと比較した場合、多層ディスクにおける光入射面から基準層 L_0 までの距離を、単層ディスクにおける光入射面から記録層までの距離とほぼ同じ (例えば 0.1 mm 程度) にしてもよい。このように層の数に関わらず最奥層 (最遠層) までの距離を一定にする (すなわち、単層ディスクにおける場合とほぼ同じ距離にする) ことで、単層か多層かに関わらず基準層へのアクセスに関する互換性を保つことができる。また、層数の増加に伴うチルト影響の増加を抑えることが可能となる。チルト影響の増加を抑えることが可能になるのは、最奥層が最もチルトの影響を受けるが、最奥層までの距離を、単層ディスクとほぼ同じ距離とすることで、層数が増加しても最奥層までの距離が増加することがなくなるからである。

[0289] また、スポットの進行方向 (あるいは、トラック方向、スパイラル方向とも言う) に関しては、パラレル・パスとしても、オポジット・パスとしてもよい。

[0290] パラレル・パスでは、全ての層において、再生方向が同一である。つまり、スポットの進行方向は、全層にて内周から外周の方向へ、又は全層にて外周から内周の方向へ進行する。

[0291] 一方、オポジット・パスでは、ある層とその層に隣接する層とで、再生方向が逆になる。つまり、基準層 (L_0) における再生方向が、内周から外周へ向かう方向である場合、記録層 L_1 における再生方向は外周から内周へ向かう方向であり、記録層 L_2 では内周から外周へ向かう方向である。すなわち、再生方向は、記録層 L_m (m は 0 及び偶数) では内周から外周へ向かう方向であって、記録層 L_{m+1} では外周から内周へ向かう方向である。ある

いは、記録層 L_m (m は 0 及び偶数) では外周から内周へ向かう方向であって、記録層 L_{m+1} では内周から外周へ向かう方向である。

[0292] 保護層 (カバー層) の厚さは、開口数 NA が上がることで、焦点距離が短くなるのに伴って、またチルトによるスポット歪みの影響を抑えられるよう、より薄く設定される。開口数 NA は、 CD では 0.45, DVD では 0.65 に対して、 BD では略 0.85 に設定される。例えば記録媒体の全体の厚さ 1.2 mm 程度のうち、保護層の厚さを 10 ~ 200 μm としてもよい。より具体的には、1.1 mm 程度の基板に、単層ディスクならば 0.1 mm 程度の透明保護層、二層ディスクならば 0.075 mm 程度の保護層に 0.025 mm 程度の中間層 (Spacer Layer) が設けられてもよい。三層以上のディスクならば、保護層及び／又は中間層の厚さはさらに薄くしてもよい。

[0293] なお、以上の各種のフォーマットや方式に関しては、記録密度 (1 層あたりの記録容量) が向上すると、複数の記録密度が存在する可能性が生じることになる。記録密度の違いや記録層の数により、その一部を採用し、一部を採用せずに別のフォーマットや方式を採用してもよい。以下では、多層 (特に 3 層以上の場合) や高記録密度 (例えば、1 層あたり 30 GB 以上の場合) について述べる。

[0294] < 1 層から 4 層の各構成例 >

ここで、単層ディスクの構成例を図 30 に、二層ディスクの構成例を図 31 に、三層ディスクの構成例を図 32 に、四層ディスクの構成例を図 33 に示す。前述のように、光照射面から基準層 L_0 までの距離を一定にする場合、図 31 から 33 のいずれにおいても、ディスクの総厚さは略 1.2 mm (レーベル印刷なども含んだ場合、1.40 mm 以下にするのが好ましい)、基板 500 の厚さは略 1.1 mm、光照射面から基準層 L_0 までの距離は略 0.1 mm となる。図 30 の単層ディスク (図 29 において $n=0$ の場合) においては、カバー層 5011 の厚さは略 0.1 mm、また、図 31 の二層ディスク (図 29 において $n=1$ の場合) においては、カバー層 5012 の

厚さは略0.075mm、中間層5032の厚さは略0.025mm、また、図32の三層ディスク（図29において $n=2$ の場合）や図33の四層ディスク（図29において $n=3$ の場合）においては、カバー層5013、5014の厚さ、及び／又は、中間層5033、5034の厚さは、更に薄くなる。

[0295] （実施の形態6）

図34は、本実施形態による光ディスク1の物理的構成を示す。円盤状の光ディスク601には、たとえば同心円状またはスパイラル状に多数のトラック602が形成されており、各トラック602には細かく分けられた多数のセクタが形成されている。なお、後述するように、各トラック602には予め定められたサイズのブロック603を単位としてデータが記録される。

[0296] 本実施形態による光ディスク601は、従来の光ディスク（たとえば25GBのBD）よりも情報記録層1層あたりの記録容量が拡張されている。記録容量の拡張は、記録線密度を向上させることによって実現されており、たとえば光ディスクに記録される記録マークのマーク長をより短くすることによって実現される。ここで「記録線密度を向上させる」とは、チャネルビット長を短くすることを意味する。このチャネルビットとは、基準クロックの周期 T （所定の変調則によってマークを記録する場合における、変調の基準周期 T ）に相当する長さをいう。なお、光ディスク1は多層化されていてもよい。ただし、以下では説明の便宜のため、1つの情報記録層にのみ言及する。また、複数の情報記録層が設けられている場合において、各情報記録層に設けられたトラックの幅が同一であるときでも、層ごとにマーク長が異なり、同一層中ではマーク長が一樣であることで、層ごとに記録線密度を異ならせてもよい。

[0297] トラック602は、データの記録単位64kB（キロバイト）毎にブロックに分けられて、順にブロックアドレス値が割り振られている。ブロックは、所定の長さのサブブロックに分割され、3個のサブブロックで1ブロックを構成している。サブブロックは、前から順に0から2までのサブブロック

番号が割り振られている。

[0298] <記録密度について>

次に、記録密度について、図35、図36および図37を用いて説明する。

[0299] 図35(A)は25GBのBDの例を示す。BDでは、レーザ623の波長は405nm、対物レンズ220の開口数(Numerical Aperture; NA)は0.85である。

[0300] DVD同様、BDにおいても、記録データは光ディスクのトラック602上に物理変化のマーク列620、621として、記録される。このマーク列の中で最も長さの短いものを「最短マーク」という。図では、マーク621が最短マークである。

[0301] 25GB記録容量の場合、最短マーク621の物理的長さは0.149μmとなっている。これは、DVDの約1/2.7に相当し、光学系の波長パラメータ(405nm)とNAパラメータ(0.85)を変えて、レーザの分解能を上げて、光ビームが記録マークを識別できる限界である光学的な分解能の限界に近づいている。

[0302] 図36は、トラック上に記録されたマーク列に光ビームを照射させている様子を示す。BDでは、上記光学系パラメータにより光スポット630は、約0.39μm程度となる。光学系の構造は変えないで記録線密度向上させる場合、光スポット630のスポット径に対して記録マークが相対的に小さくなるため、再生の分解能は悪くなる。

[0303] たとえば図35(B)は、25GBのBDよりも高記録密度の光ディスクの例を示す。このディスクでも、レーザ623の波長は405nm、対物レンズ720の開口数NAは0.85である。このディスクのマーク列625、624のうち、最短マーク625の物理的長さは0.1115μmとなっている。図35(A)と比較すると、スポット径は同じ約0.39μmである一方、記録マークが相対的に小さくなり、かつ、マーク間隔も狭くなるため、再生の分解能は悪くなる。

[0304] 光ビームで記録マークを再生した際の再生信号の振幅は記録マークが短くなるに従って低下し、光学的な分解能の限界でゼロとなる。この記録マークの周期の逆数を空間周波数といい、空間周波数と信号振幅の関係をOTF (Optical Transfer Function) という。信号振幅は、空間周波数が高くなるに従ってほぼ直線的に低下する。信号振幅がゼロとなる再生の限界周波数を、OTFカットオフ (cut off) という。

[0305] 図37は、25GB記録容量の場合のOTFと最短記録マークとの関係を示すグラフである。BDの最短マークの空間周波数は、OTFカットオフに対して80%程度であり、OTFカットオフに近い。また、最短マークの再生信号の振幅も、検出可能な最大振幅の約10%程度と非常に小さくなっているのが分かる。BDの最短マークの空間周波数が、OTFカットオフに非常に近い場合、すなわち、再生振幅がほとんど出ない場合の記録容量は、BDでは、約31GBに相当する。最短マークの再生信号の周波数が、OTFカットオフ周波数付近である、または、それを超える周波数であると、レーザの分解能の限界、もしくは超えていることもあり、再生信号の再生振幅が小さくなり、SN比が急激に劣化する領域となる。

[0306] そのため、図35(B)の高記録密度光ディスクの記録線密度は、再生信号の最短マークの周波数が、OTFカットオフ周波数付近の場合(OTFカットオフ周波数以下だがOTFカットオフ周波数を大きく下回らない場合も含む)からOTFカットオフ周波数以上の場合が想定できる。

[0307] 図38は、最短マーク(2T)の空間周波数がOTFカットオフ周波数よりも高く、かつ、2Tの再生信号の振幅が0であるときの、信号振幅と空間周波数との関係の一例を示したグラフである。図38において、最短マーク長の2Tの空間周波数は、OTFカットオフ周波数の1.12倍である。

[0308] <波長と開口数とマーク長との関係>

また、高記録密度のディスクBにおける波長と開口数とマーク長/スペース長との関係は以下の通りである。

[0309] 最短マーク長を T_{Mnm} 、最短スペース長を T_{Snm} としたとき、(最短

マーク長+最短スペース長)を“P”で表すと、Pは、 $(T_M + T_S)$ nmである。17変調の場合、 $P = 2T + 2T = 4T$ となる。レーザ波長 λ (405 nm $\pm$ 5 nm、すなわち400~410 nm)、開口数NA (0.85 $\pm$ 0.01すなわち0.84~0.86)、最短マーク+最短スペース長P (17変調の場合、最短長は2Tとなるため、 $P = 2T + 2T = 4T$)の3つのパラメータを用いると、

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

となるまで基準Tが小さくなると、最短マークの空間周波数は、OTFカットオフ周波数を超えることになる。

[0310] NA=0.85, $\lambda=405$ としたときの、OTFカットオフ周波数に相当する基準Tは、

$$T = 405 / (2 \times 0.85) / 4 = 59.558 \text{ nm}$$

となる(なお、逆に、 $P > \lambda / 2NA$ である場合は、最短マークの空間周波数はOTFカットオフ周波数より低い)。

[0311] このように、記録線密度を上げるだけでも、光学的な分解能の限界によりSN比が劣化する。よって、情報記録層の多層化によるSN比劣化は、システムマージンの観点で、許容できない場合がある。特に、上述のように、最短記録マークの周波数が、OTFカットオフ周波数を越える辺りから、SN比劣化が顕著になる。

[0312] なお、以上では、最短マークの再生信号の周波数とOTFカットオフ周波数を比較して記録密度に関して述べたものである。更に高密度化が進んだ場合には、次最短マーク(更には次々最短マーク(更には次最短マーク以上の記録マーク))の再生信号の周波数とOTFカットオフ周波数との関係により、以上と同様の原理に基づき、それぞれに対応した記録密度(記録線密度、記録容量)を設定してもよい。

[0313] <記録密度及び層数>

ここで、波長405 nm、開口数0.85等のスペックを有するBDにおける1層あたりの具体的な記録容量としては、最短マークの空間周波数がO

TFカットオフ周波数付近である場合においては、例えば、略29GB（例えば、 $29.0\text{GB} \pm 0.5\text{GB}$ 、あるいは $29\text{GB} \pm 1\text{GB}$ など）若しくはそれ以上、又は略30GB（例えば、 $30.0\text{GB} \pm 0.5\text{GB}$ 、あるいは $30\text{GB} \pm 1\text{GB}$ など）若しくはそれ以上、又は略31GB（例えば、 $31.0\text{GB} \pm 0.5\text{GB}$ 、又は $31\text{GB} \pm 1\text{GB}$ など）若しくはそれ以上、又は略32GB（例えば、 $32.0\text{GB} \pm 0.5\text{GB}$ 、あるいは $32\text{GB} \pm 1\text{GB}$ など）若しくはそれ以上、などを想定することが可能である。

[0314] また、最短マークの空間周波数がOTFカットオフ周波数以上における、1層あたりの記録容量としては、例えば、略32GB（例えば、 $32.0\text{GB} \pm 0.5\text{GB}$ 、あるいは $32\text{GB} \pm 1\text{GB}$ など）若しくはそれ以上、又は略33GB（例えば、 $33.0\text{GB} \pm 0.5\text{GB}$ 、あるいは $33\text{GB} \pm 1\text{GB}$ など）若しくはそれ以上、又は略33.3GB（例えば、 $33.3\text{GB} \pm 0.5\text{GB}$ 、あるいは $33.3\text{GB} \pm 1\text{GB}$ など）若しくはそれ以上、又は略33.4GB（例えば、 $33.4\text{GB} \pm 0.5\text{GB}$ 、あるいは $33.4\text{GB} \pm 1\text{GB}$ など）若しくはそれ以上、又は略34GB（例えば、 $34.0\text{GB} \pm 0.5\text{GB}$ 、あるいは $34\text{GB} \pm 1\text{GB}$ など）若しくはそれ以上、又は略35GB（例えば、 $35.0\text{GB} \pm 0.5\text{GB}$ 、あるいは $35\text{GB} \pm 1\text{GB}$ など）若しくはそれ以上、などを想定することが可能である。

[0315] 特に、記録密度が略33.3GBである場合、3層で約100GB（99.9GB）の記録容量が実現でき、略33.4GBとすると3層で100GB以上（100.2GB）の記録容量が実現できる。これは、25GBのBDを4層にした場合の記録容量とほぼ同じになる。例えば、記録密度を33GBとした場合、 $33 \times 3 = 99\text{GB}$ で100GBとの差は1GB（1GB以下）、34GBとした場合、 $34 \times 3 = 102\text{GB}$ で100GBとの差は2GB（2GB以下）、33.3GBとした場合、 $33.3 \times 3 = 99.9\text{GB}$ で100GBとの差は0.1GB（0.1GB以下）、33.4GBとした場合、 $33.4 \times 3 = 100.2\text{GB}$ で100GBとの差は0.2GB（0.2GB以下）となる。

- [0316] なお、記録密度が大幅に拡張されると、先に述べたように、最短マークの再生特性の影響により、精密な再生が困難になる。そこで、記録密度の大幅な拡張を抑えつつ、かつ100GB以上を実現する記録密度としては、略33.4GBが現実的である。
- [0317] ここで、ディスクの構成を、1層あたり25GBの4層構造とするか、1層あたり33～34GBの3層構造とするか、の選択肢が生じる。多層化には、各記録層における再生信号振幅の低下（SN比の劣化）や、多層迷光（隣接する記録層からの信号）の影響などが伴う。そのため、25GBの4層ディスクではなく、33～34GBの3層ディスクとすることにより、そのような迷光の影響を極力抑えつつ、即ち、より少ない層数（4層ではなく3層）で、約100GBを実現することが可能となる。そのため、多層化を極力避けつつ約100GBを実現したいディスクの製造者は、33～34GBの3層化を選択することが可能となる。一方、従来のフォーマット（記録密度25GB）のまま約100GBを実現したいディスク製造者は、25GBの4層化を選択することが可能となる。このように、異なる目的を有する製造者は、それぞれ異なる構成によって、それぞれの目的を実現することが可能となり、ディスク設計の自由度を与えることができる。
- [0318] また、1層あたりの記録密度を30～32GB程度とすると、3層ディスクでは100GBに届かないものの（90～96GB程度）、4層ディスクでは120GB以上が実現できる。そのうち、記録密度を略32GBとすると、4層ディスクでは約128GBの記録容量が実現できる。この128という数字はコンピュータで処理するのに便利な2のべき乗（2の7乗）に整合した数値でもある。そして、3層ディスクで約100GBを実現する記録密度のものと比べると、最短マークに対する再生特性はこちらの方が厳しくない。
- [0319] このことから、記録密度の拡張にあたっては、記録密度を複数種類設けることで（例えば略32GBと略33.4GBなど）、複数種類の記録密度と層数との組み合わせにより、ディスクの製造者に対して設計の自由度を与え

ることが可能となる。例えば、多層化の影響を抑えつつ大容量化を図りたい製造者に対しては33～34GBの3層化による約100GBの3層ディスクを製造するという選択肢を与え、再生特性に影響を抑えつつ大容量化を図りたい製造者に対しては、30～32GBの4層化による約120GB以上の4層ディスクを製造するという選択肢を与えることが可能となる。

産業上の利用可能性

[0320] 本発明にかかる情報記録媒体は、記録層を複数備えた追記型、および書換え型光ディスクに対して適用できる。

[0321] 本発明にかかる情報記録再生方法は、記録層を複数備えた追記型、および書換え型光ディスクを記録再生可能な光ディスクドライブ装置などに適用できる。

符号の説明

- [0322]
- 1 ディスク基板
 - 2、4、6 記録層
 - 3、5 中間層
 - 7 カバー層
 - 11 トラック
 - 12 ブロック
 - 13 リードイン領域
 - 14 データ領域
 - 15 リードアウト領域
 - 20、21、22、23 パワー学習領域
 - 30、31、32 ストラテジ学習領域
 - 40 予備領域
 - 50 OPC領域
 - 51 パワー学習用
 - 52 ストラテジ学習用
 - 60、61、62 記録学習領域A

70、71、72 記録学習領域B

100 光ディスク記録再生装置

110 命令処理部

120 光ヘッド

130 レーザ制御部

140 記録補償回路

150 システム制御部

151 記録学習部

152 パワー学習部

153 ストラテジ学習部

154 アクセス位置管理部

155 記録制御部

156 再生制御部

157 記録学習部A

158 記録学習部B

160 メカ制御部

170 メモリ

180 I/Oバス

200 第1の記録学習領域

201 第2の記録学習領域

210 リザーブ領域

400 記録対象領域

401、402 レーザ光影響範囲

410、411 レーザ光照射範囲

700 TDMS

701 DDS

702 DFL

710 識別子

7 1 1 D F L 位置情報
7 1 2、7 1 3、7 1 4 パワー学習領域次使用位置情報
7 1 5、7 1 6、7 1 7 ストラテジ学習領域次使用位置情報
7 1 8 その他の情報
8 0 0 記録学習領域 A 次使用位置情報
8 0 1、8 0 2、8 0 3 記録学習領域 B 次使用位置情報
1 3 0 1 パワー学習領域内周側次使用位置情報
1 3 0 2 パワー学習領域外周側次使用位置情報
1 7 0 1、1 7 0 5、1 7 0 9 パワー学習最終位置情報
1 7 0 2、1 7 0 6、1 7 1 0 パワー学習次使用位置情報
1 7 0 3、1 7 0 7、1 7 1 1 ストラテジ学習最終位置情報
1 7 0 4、1 7 0 8、1 7 1 2 ストラテジ学習次使用位置情報
2 7 0 0 パワー変化率

請求の範囲

- [請求項1] 一方の面から入射したレーザ光により複数の記録層うちの少なくとも1層にデータが記録される情報記録媒体であって、
- 前記複数の記録層は、第1の記録層と、前記第1の記録層から前記レーザ光が入射する入射面の方向に順に配置された第2～第Nの記録層（Nは3以上の整数）を含み、
- 前記複数の記録層のそれぞれは、
- 第1の学習領域と、前記第1の学習領域よりも外周側に位置する第2の学習領域とを備え、
- 前記第1～第Nの記録層それぞれに配置された前記第1の学習領域は、他の記録層の第1の記録学習領域とは異なる半径位置に配置され、
- 前記第1～第Nの記録層それぞれに配置された前記第2の学習領域は、他の記録層の第2の記録学習領域と同一の半径位置に配置される、情報記録媒体。
- [請求項2] 前記第2の学習領域で使用される記録パワーの変動率幅は、前記第1の学習領域で使用される記録パワーの変動率幅以下である、請求項1に記載の情報記録媒体。
- [請求項3] 前記第1～第Nの記録層のそれぞれには、物理アドレスが割り振られており、
- 前記第1の記録層の物理アドレスは、内周側から外周側に向かって昇順に割り振られ、前記第2の記録層の物理アドレスは、外周側から内周側に向かって昇順に割り振られ、前記第3の記録層の物理アドレスは、内周側から外周側に向かって昇順に割り振られ、
- 前記第1の記録層に配置された前記第1の記録学習領域および前記第2の記録学習領域は、外周側から内周側の方向に使用され、前記第2の記録層に配置された前記第1の記録学習領域および前記第2の記録学習領域は、内周側から外周側の方向に使用され、前記第3の記録

層に配置された前記第 1 の記録学習領域および前記第 2 の記録学習領域は、外周側から内周側の方向に使用される、請求項 1 に記載の情報記録媒体。

[請求項 4] 請求項 1 に記載の情報記録媒体に情報を記録する記録方法であって、

前記第 1 の学習領域および前記第 2 の学習領域の少なくとも一方において、記録学習を行うステップと、

前記記録学習の結果に基づいて、前記情報記録媒体に情報を記録するステップと

を包含する記録方法。

[請求項 5] 請求項 1 に記載の情報記録媒体から情報を再生する再生方法であって、

前記情報記録媒体の前記 1 ～第 N の記録層のうちの少なくとも 1 層は、前記情報記録媒体に関する情報が記録されているコントロール領域を有し、

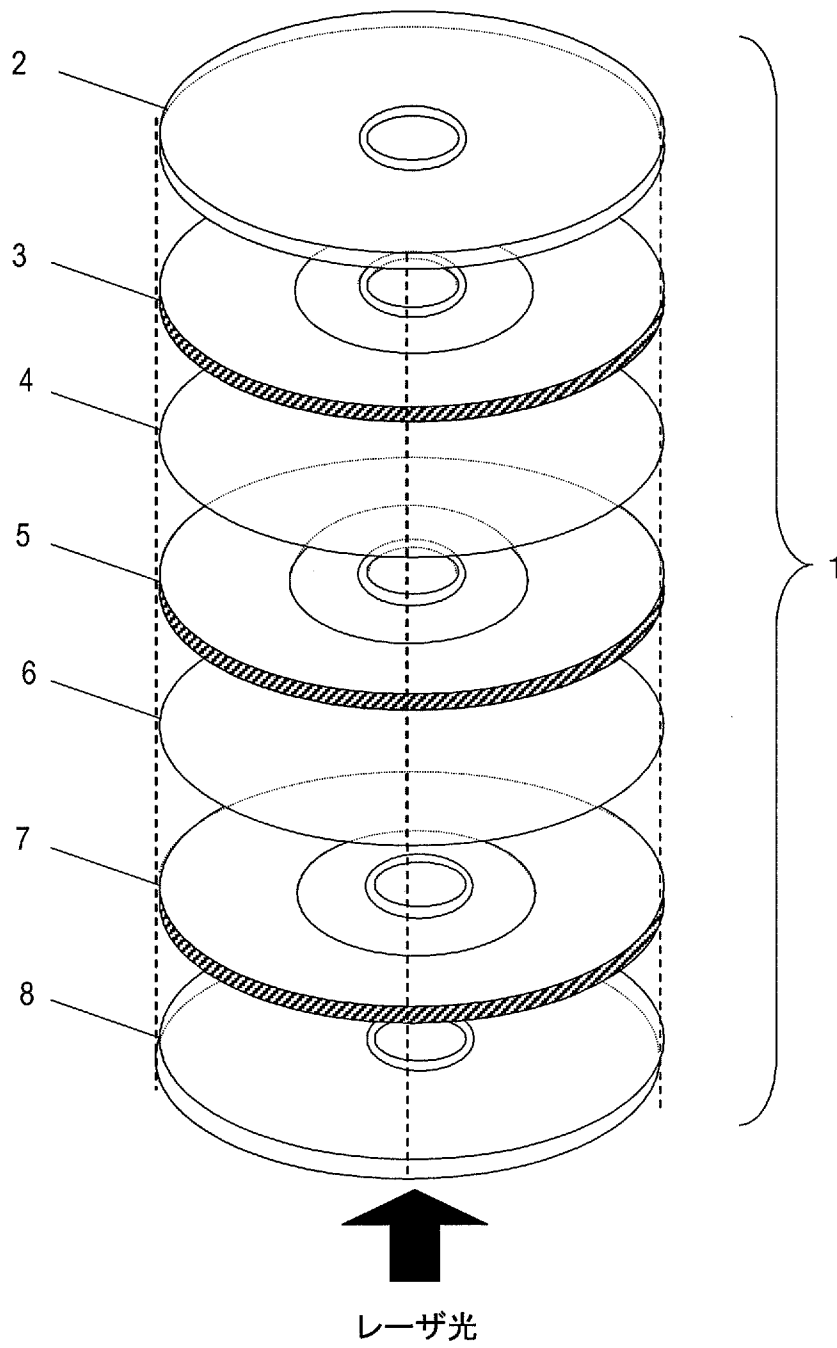
前記コントロール領域から前記情報記録媒体に関する情報を再生するステップを包含する再生方法。

[請求項 6] 請求項 1 に記載の情報記録媒体に情報を記録する記録方法であって、

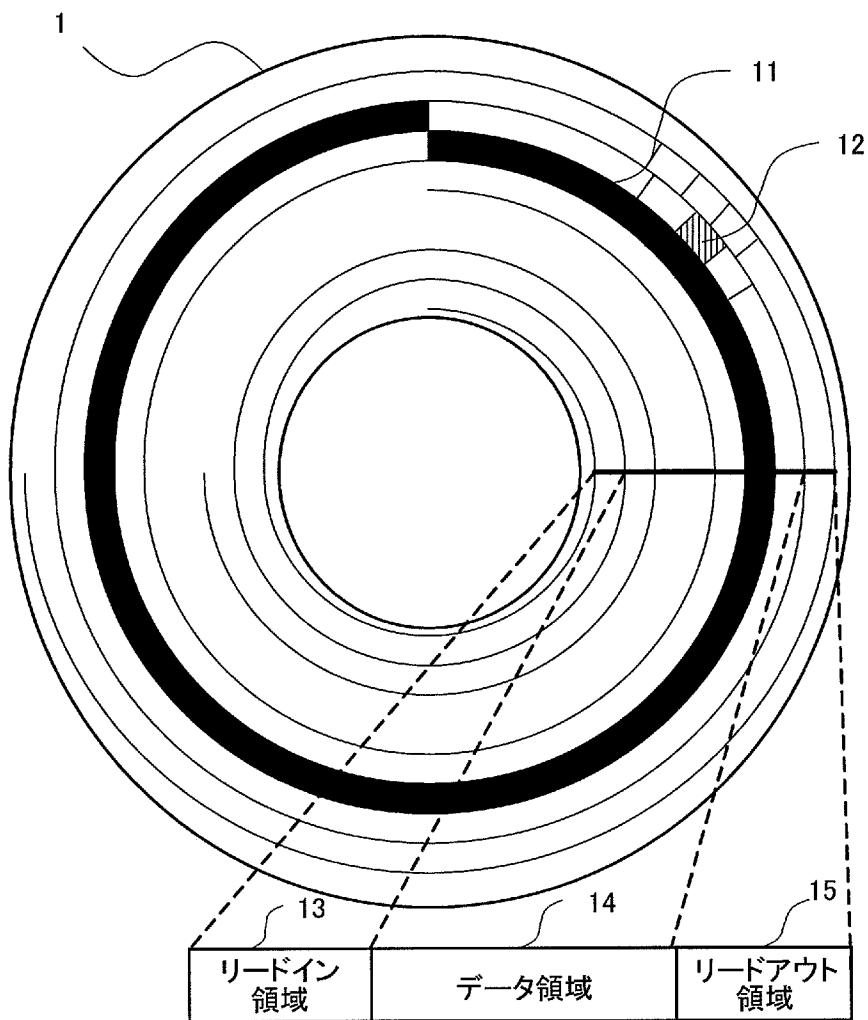
前記複数の記録層はそれぞれ、最適な記録条件を求めるための記録学習を行うための記録学習領域を備え、

前記記録方法は、第 k の記録層（k は 1 以上かつ N 以下の整数）において最初に記録を行うタイミングで、前記第 k の記録層においてのみ、前記記録学習を行う、情報記録方法。

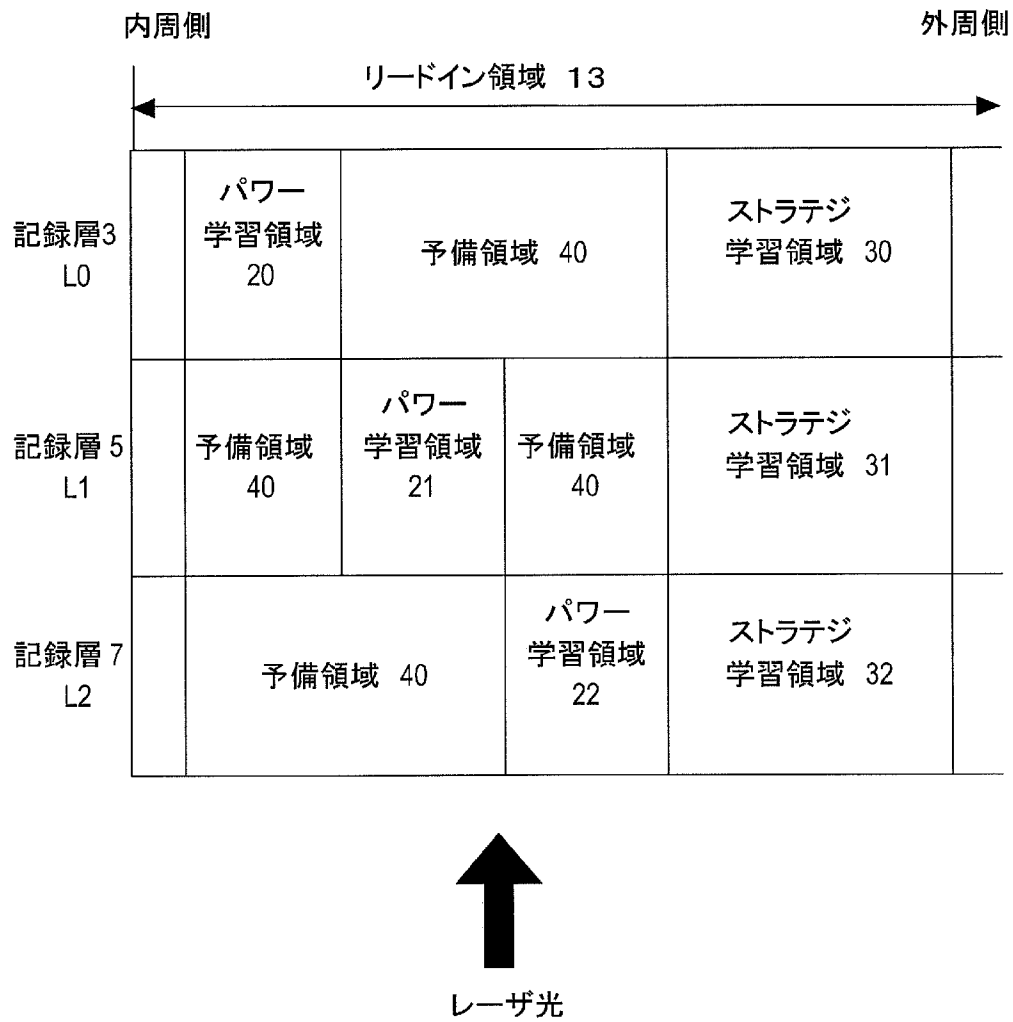
[図1]



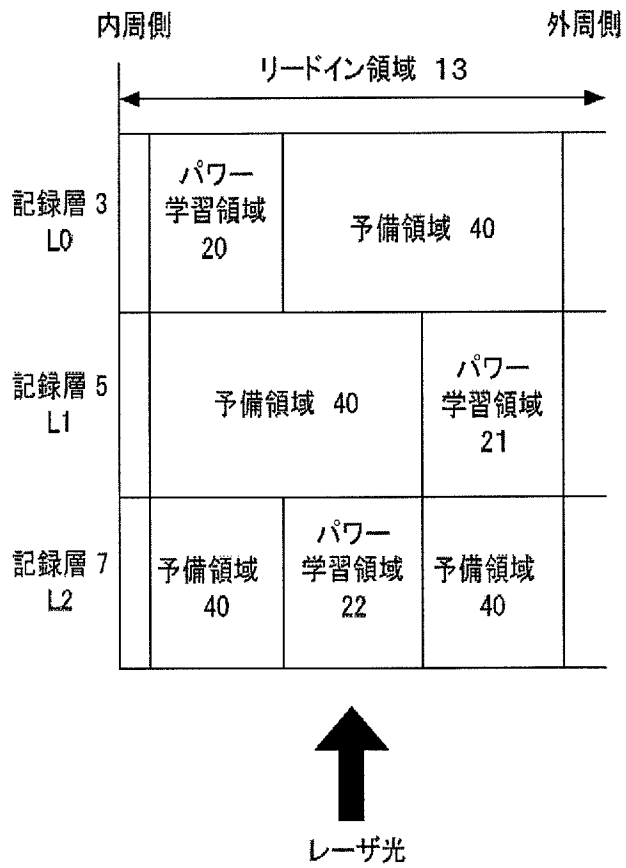
[図2]



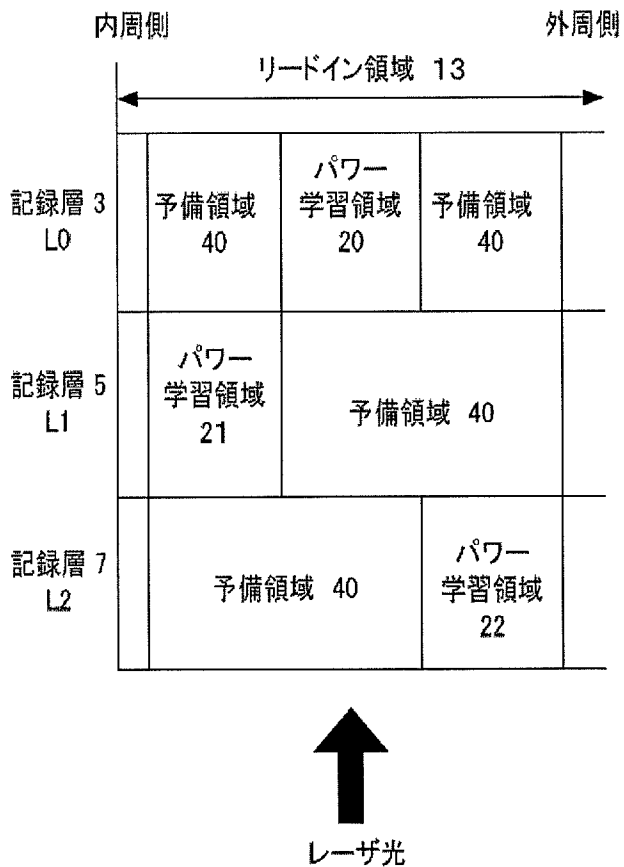
[図3A]



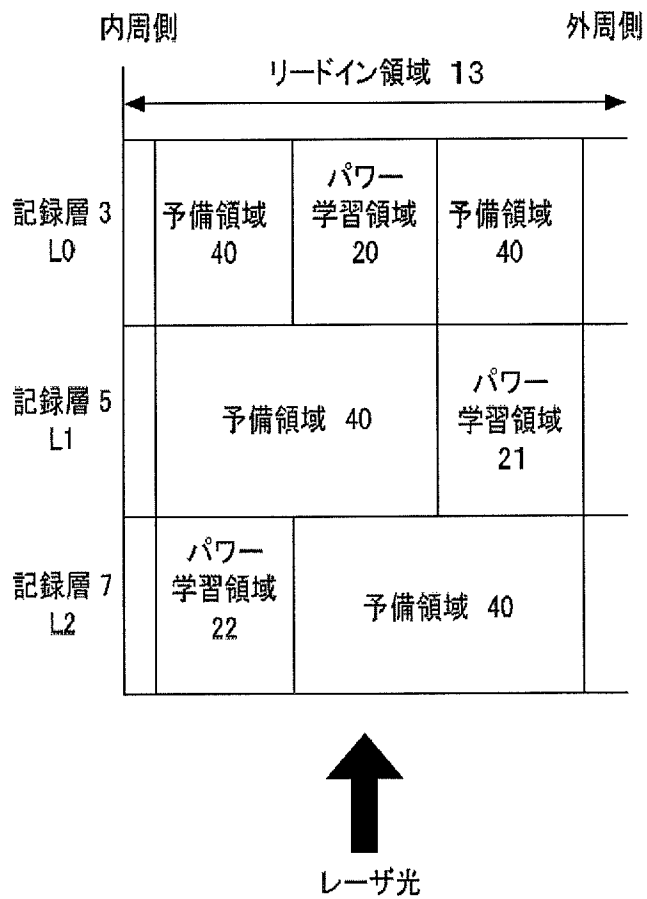
[図3B]



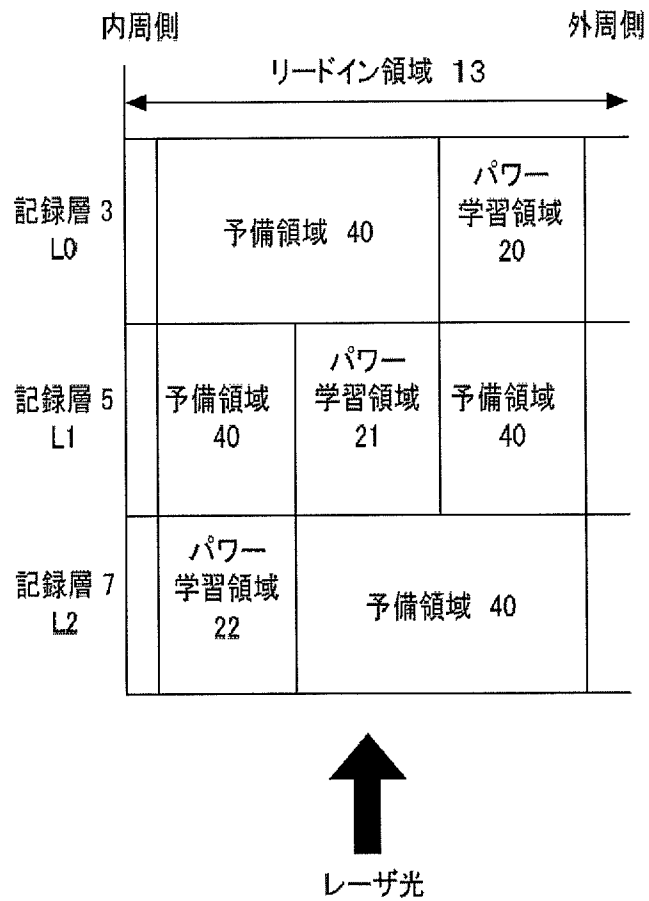
[図3C]



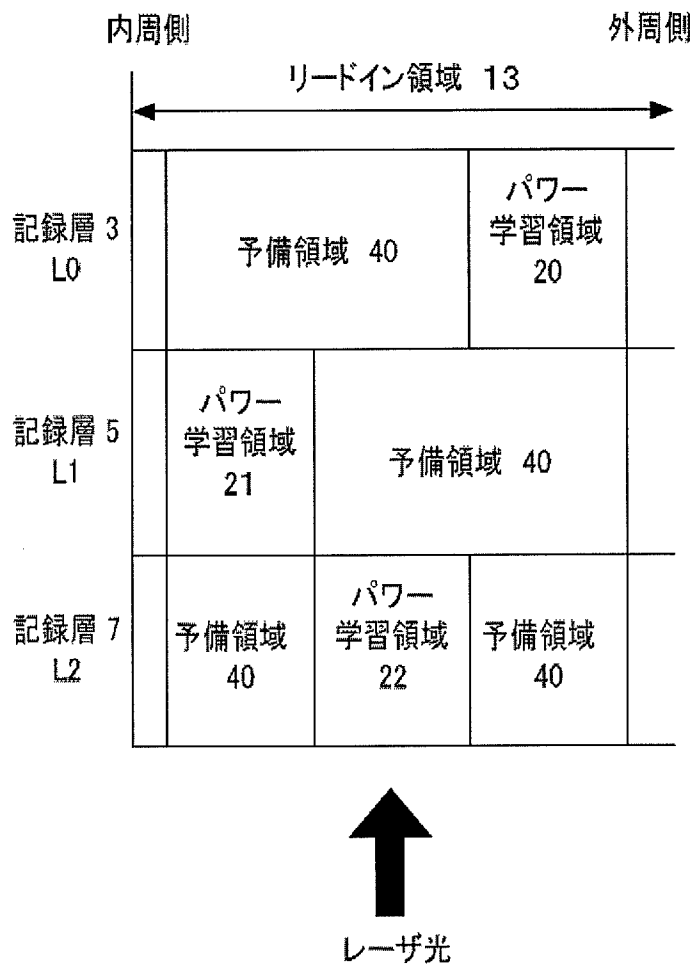
[図3D]



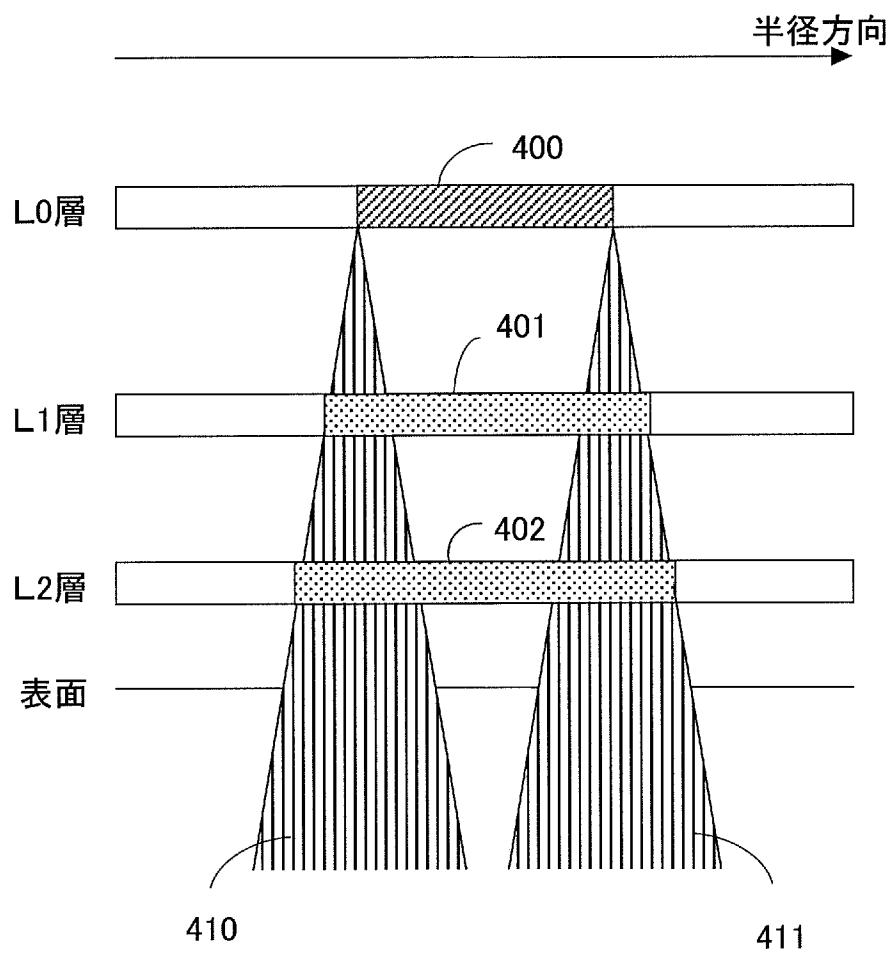
[図3E]



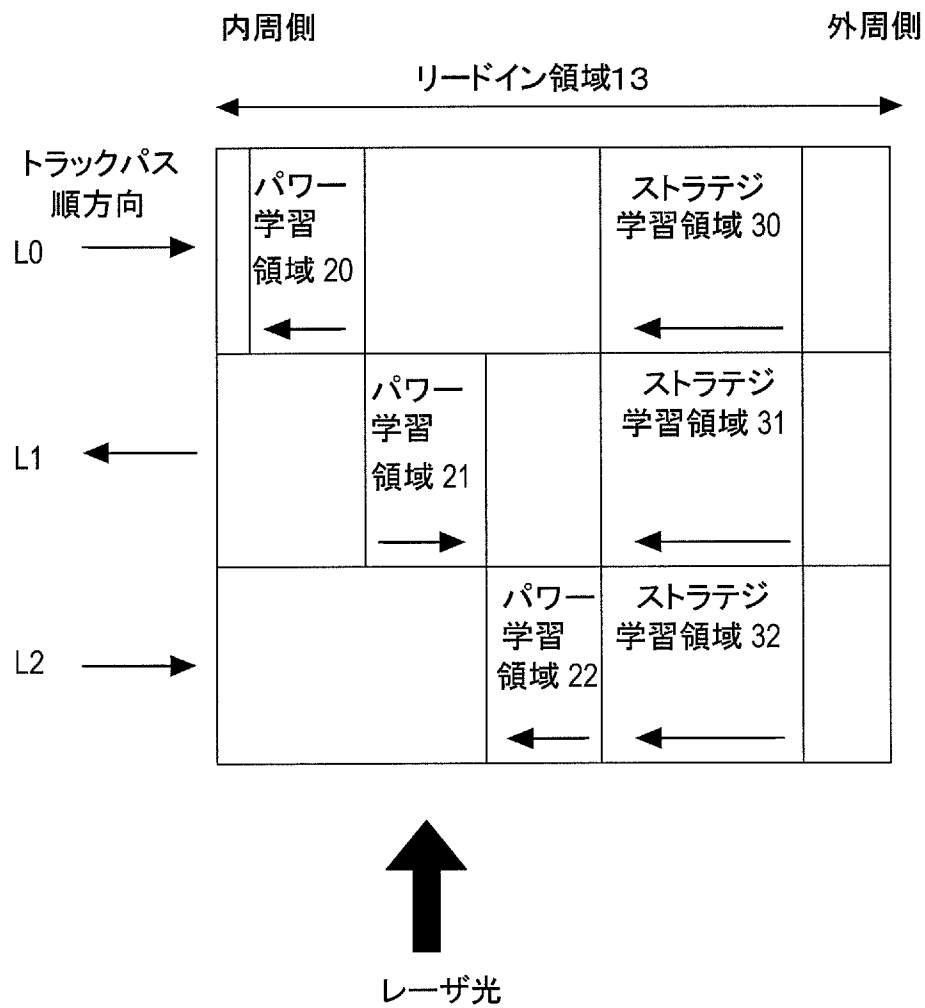
[図3F]



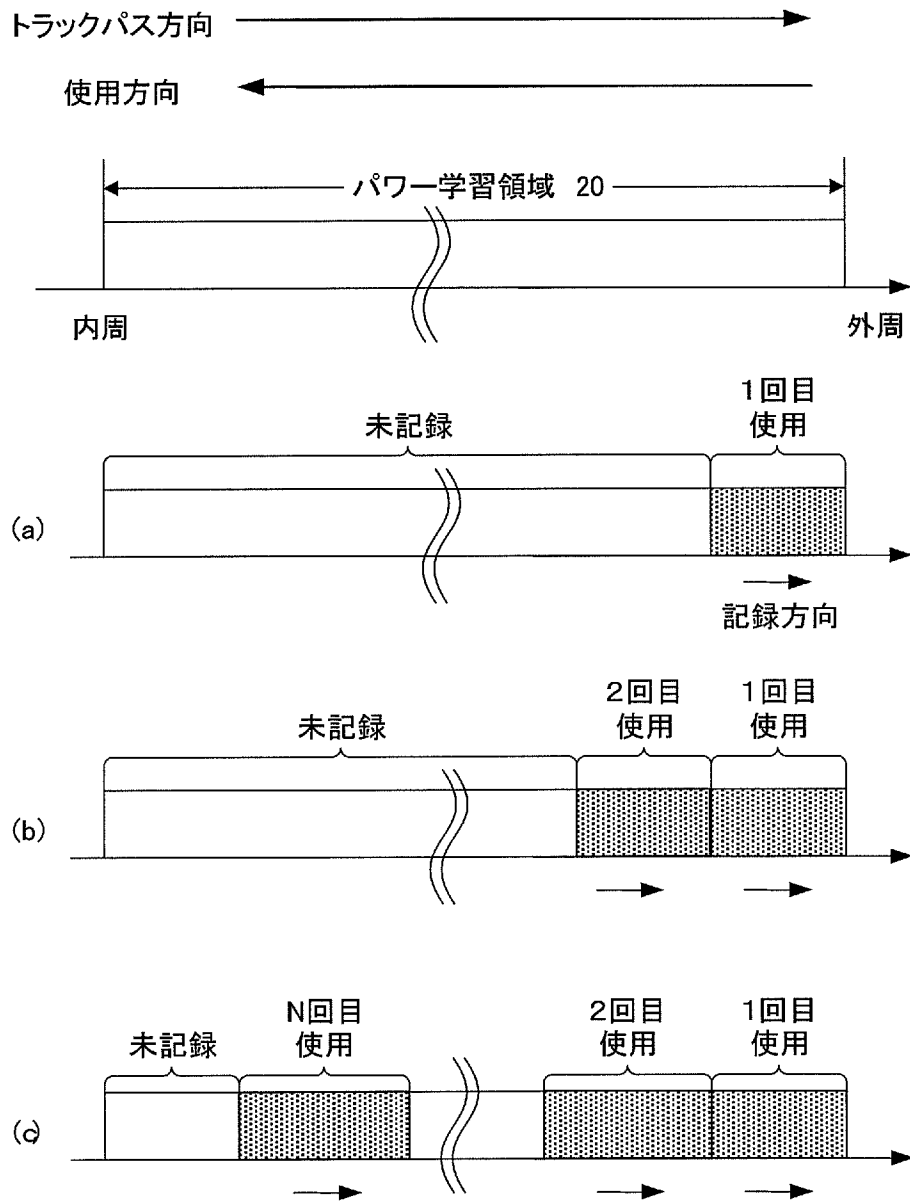
[図4]



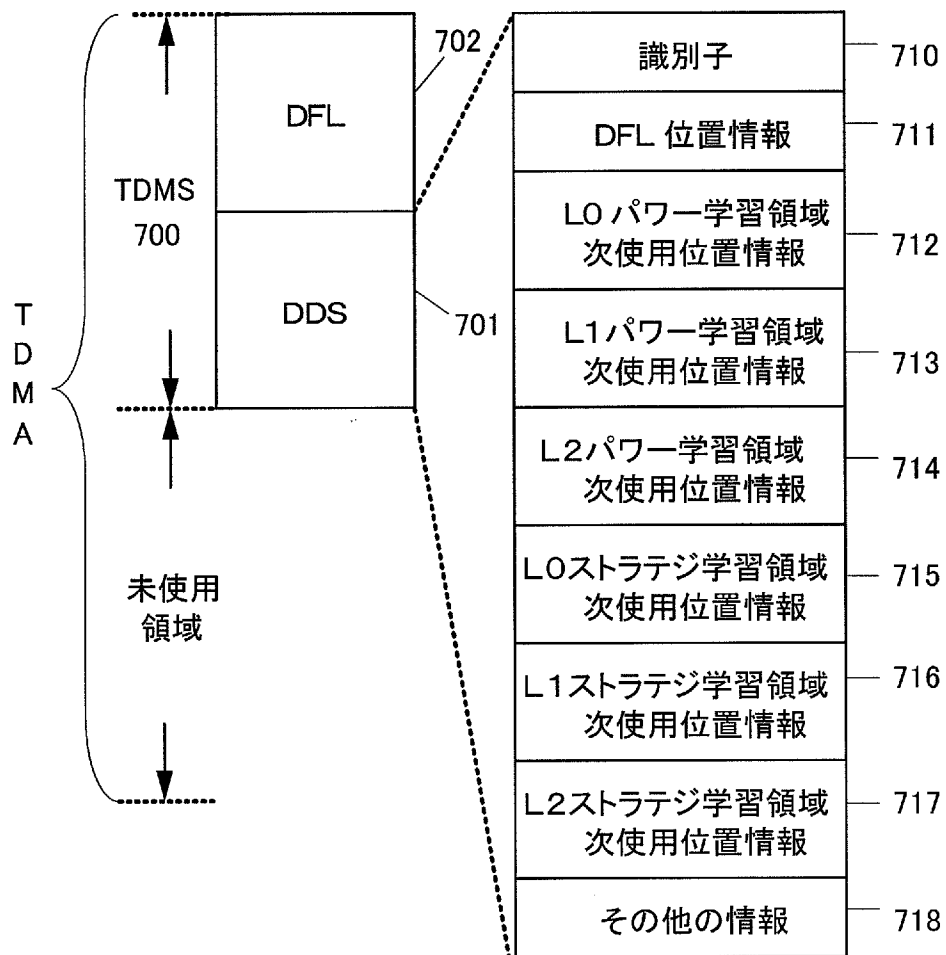
[図5]



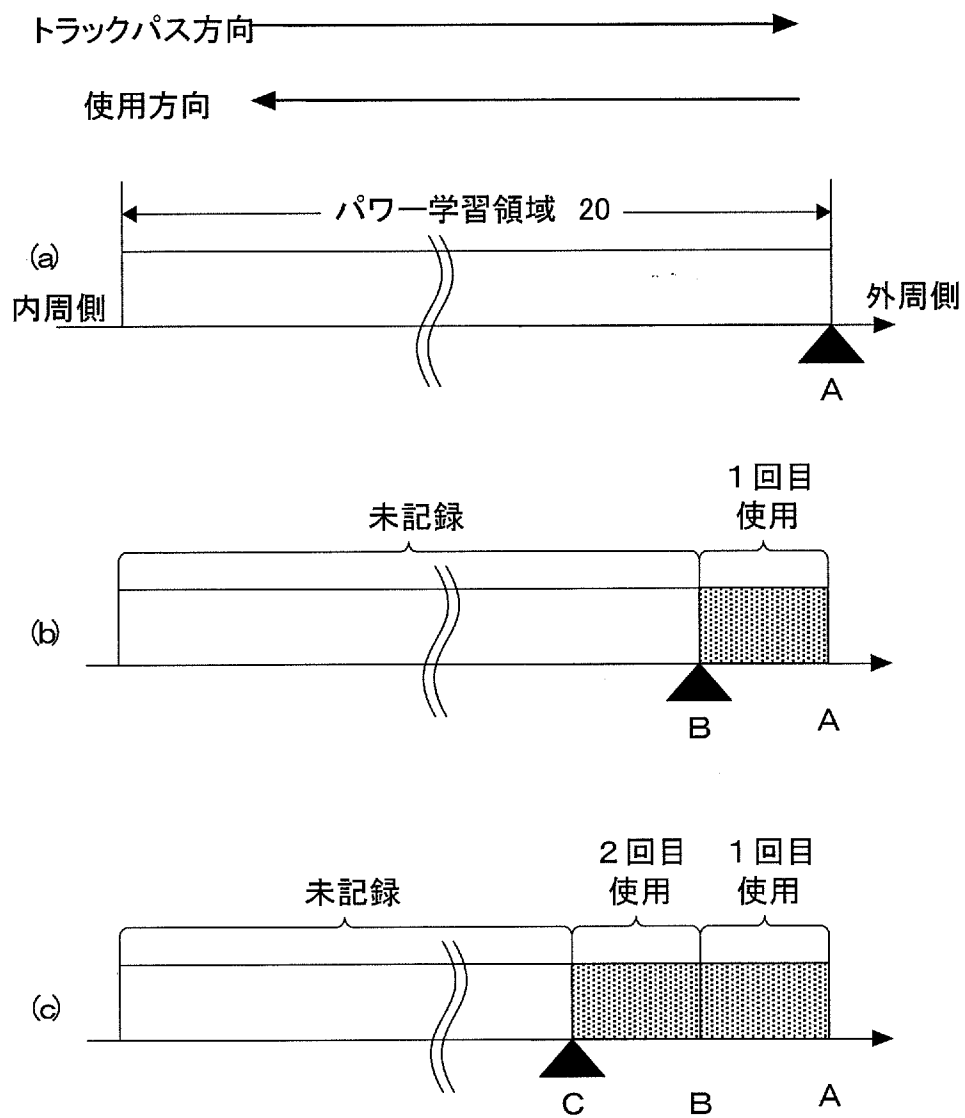
[図6]



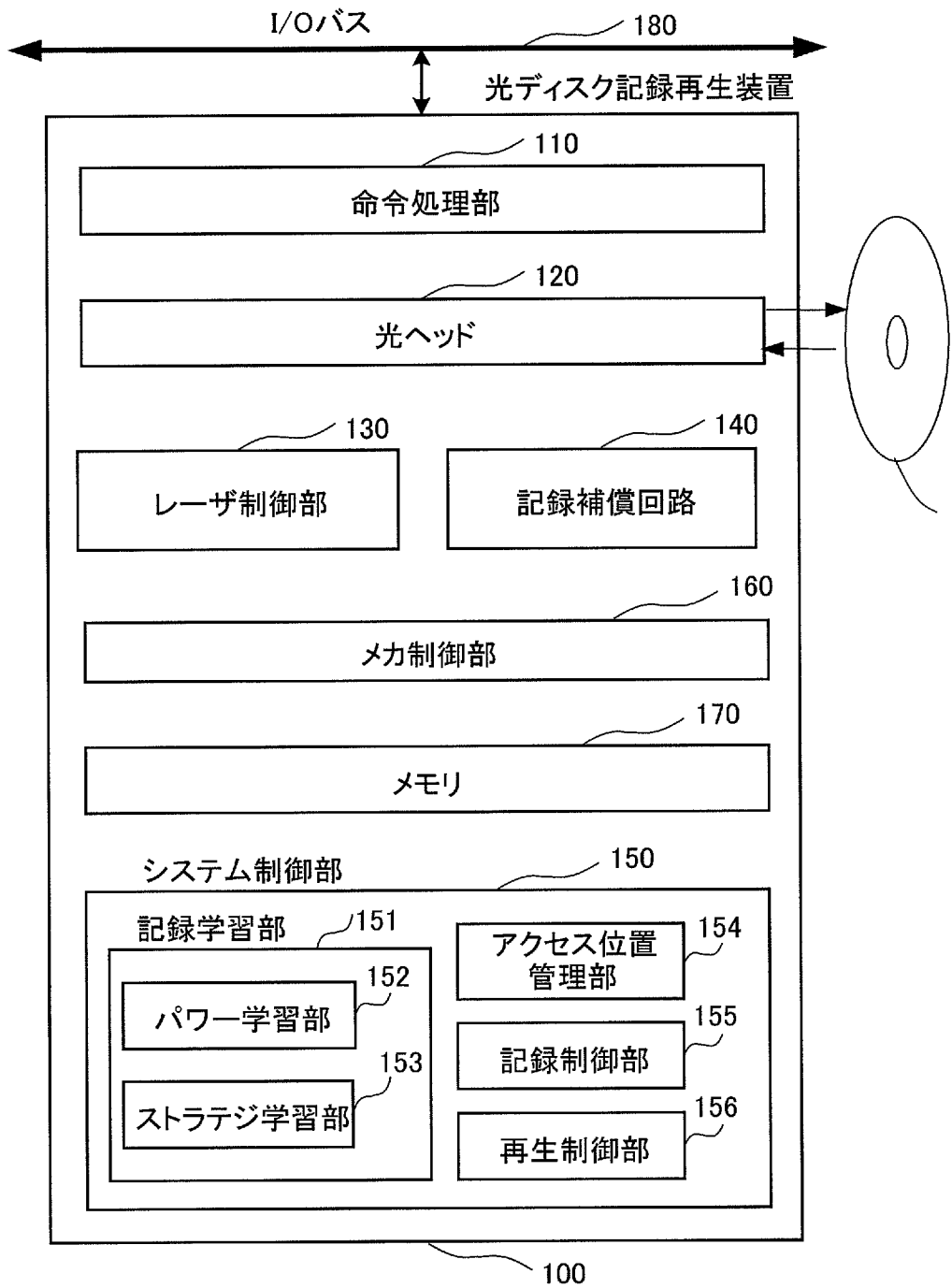
[図7]



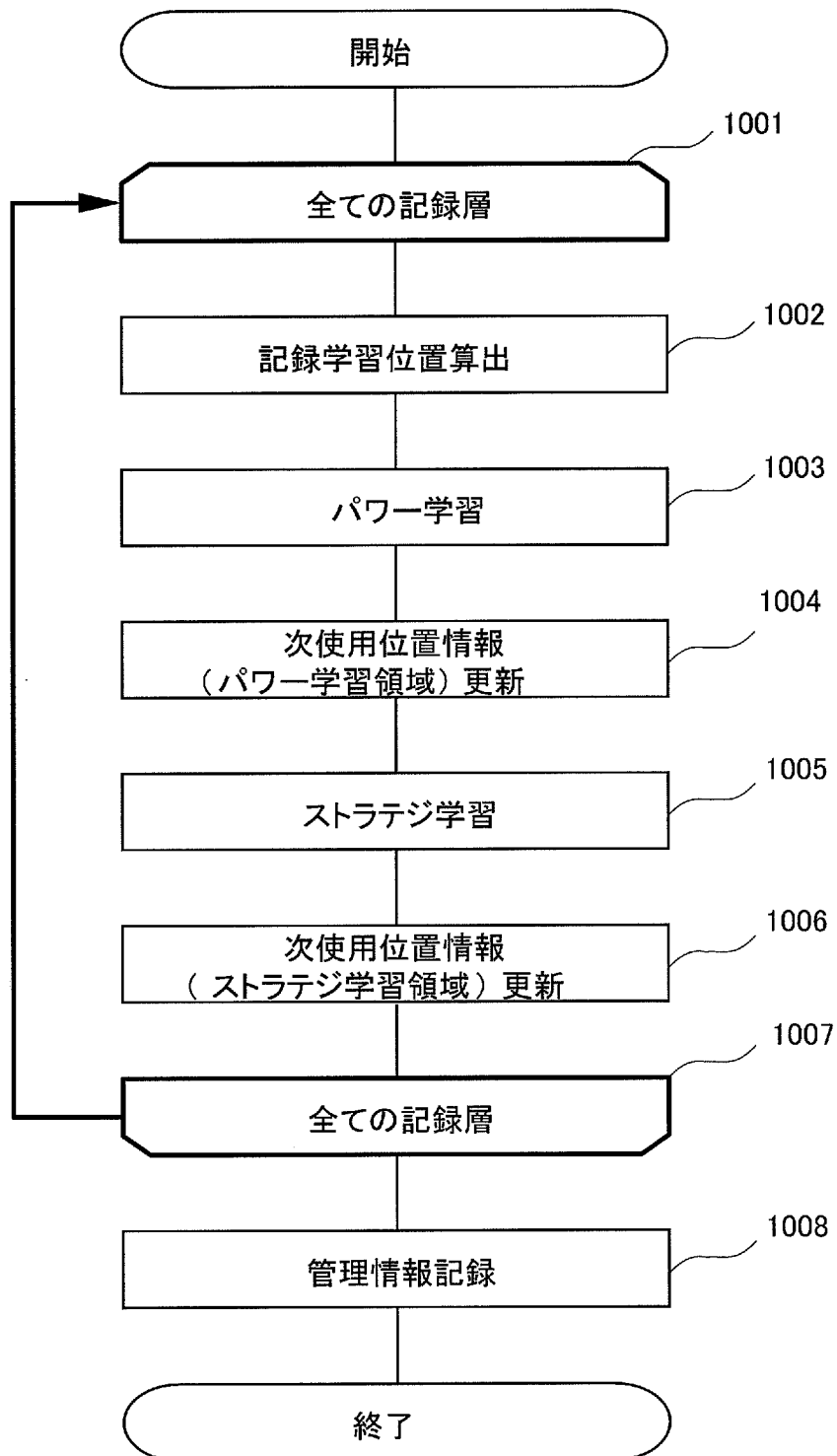
[図8]



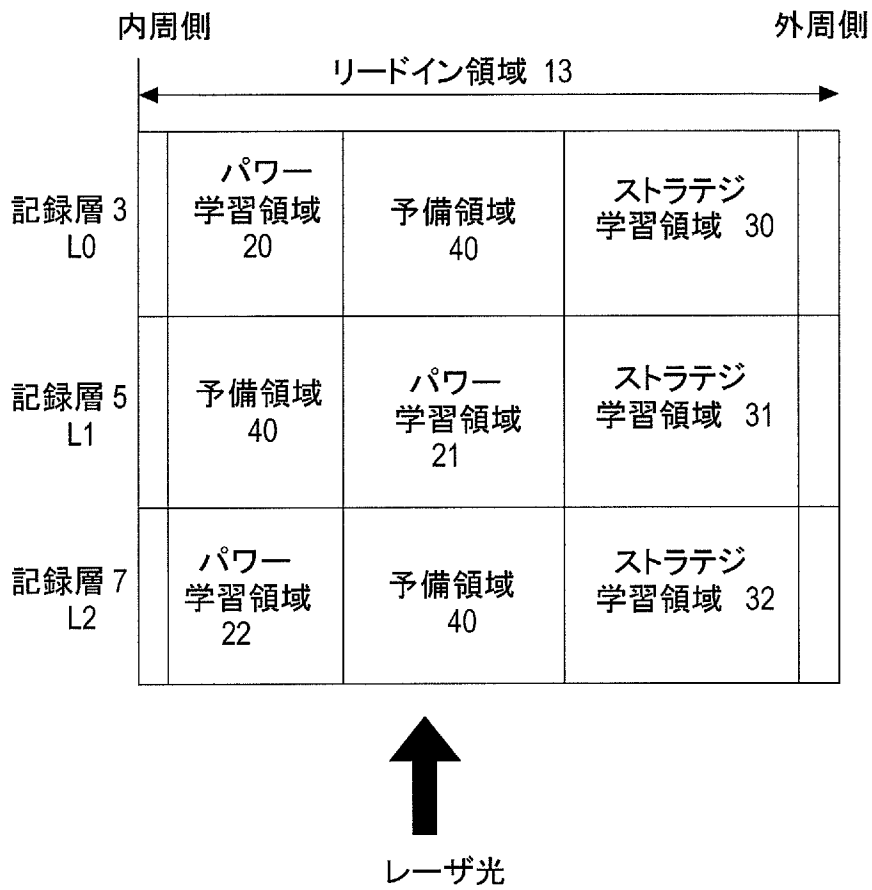
[図9]



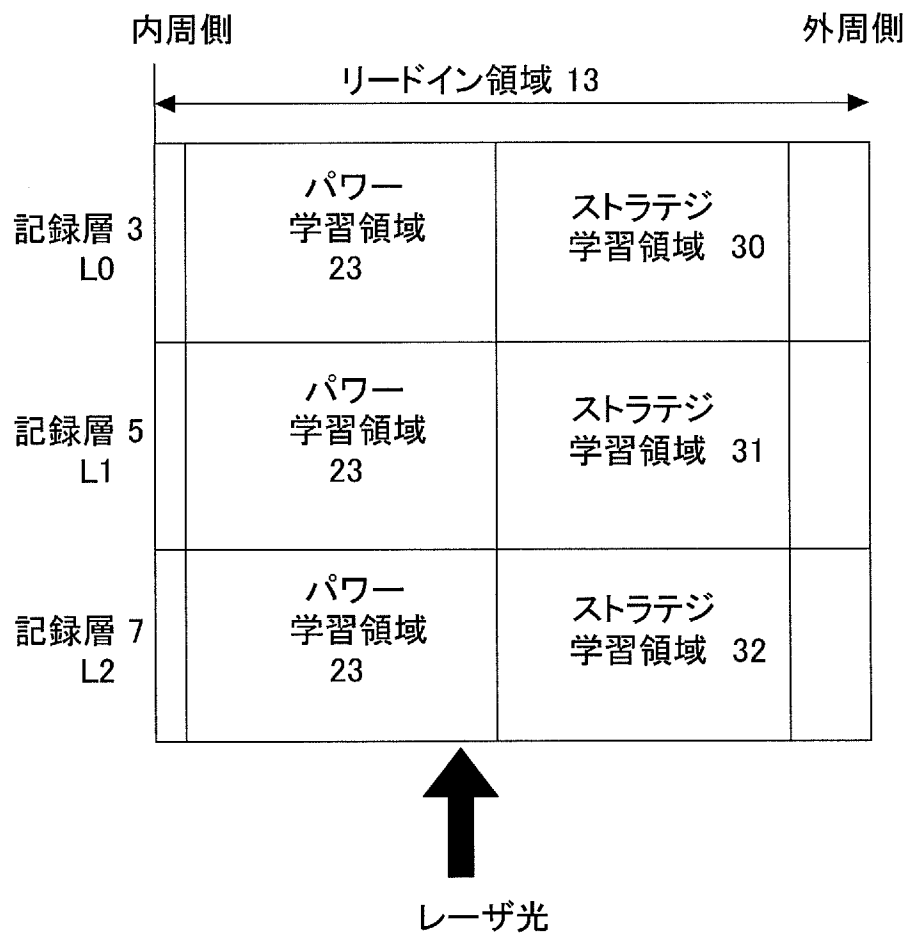
[図10]



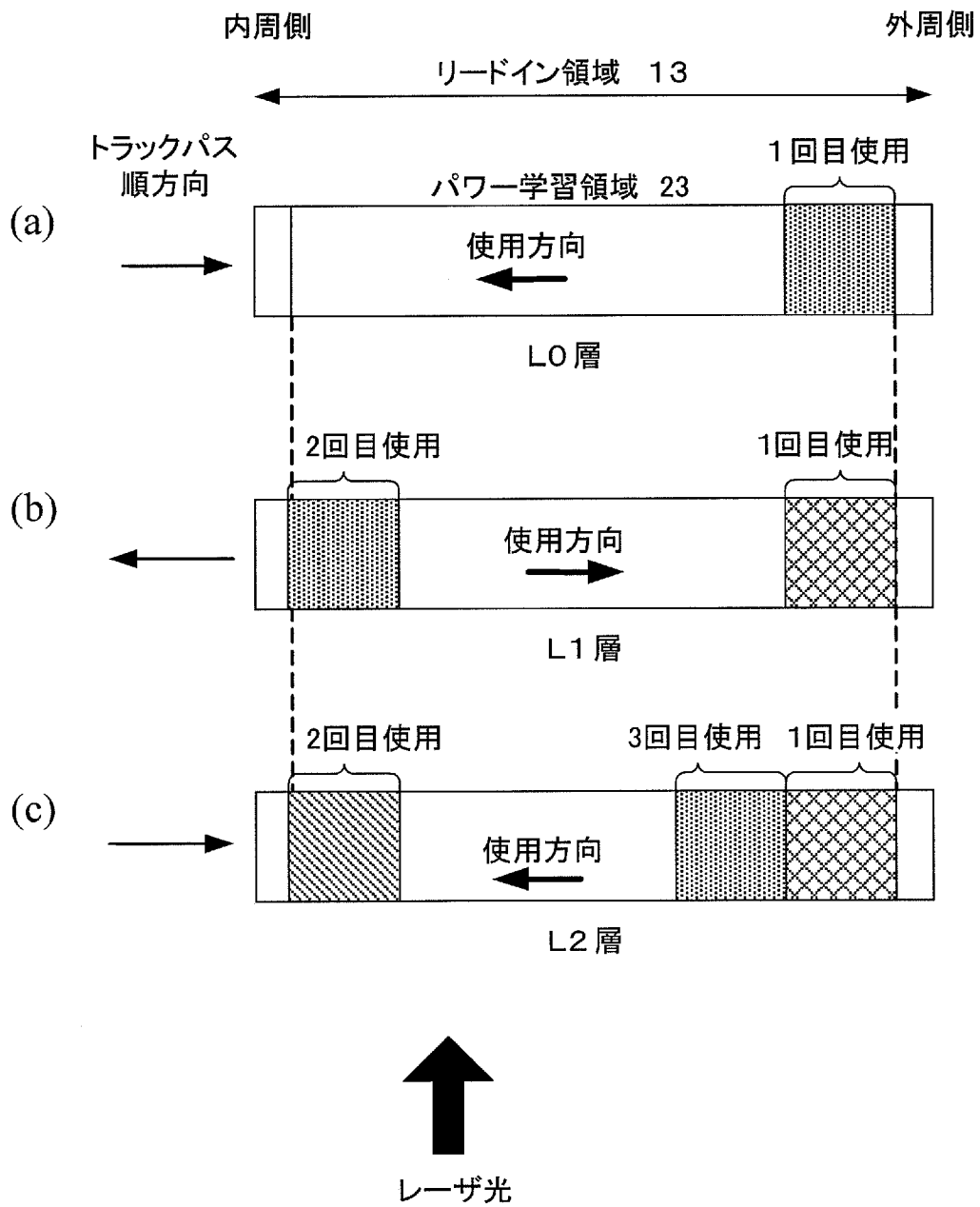
[図11]



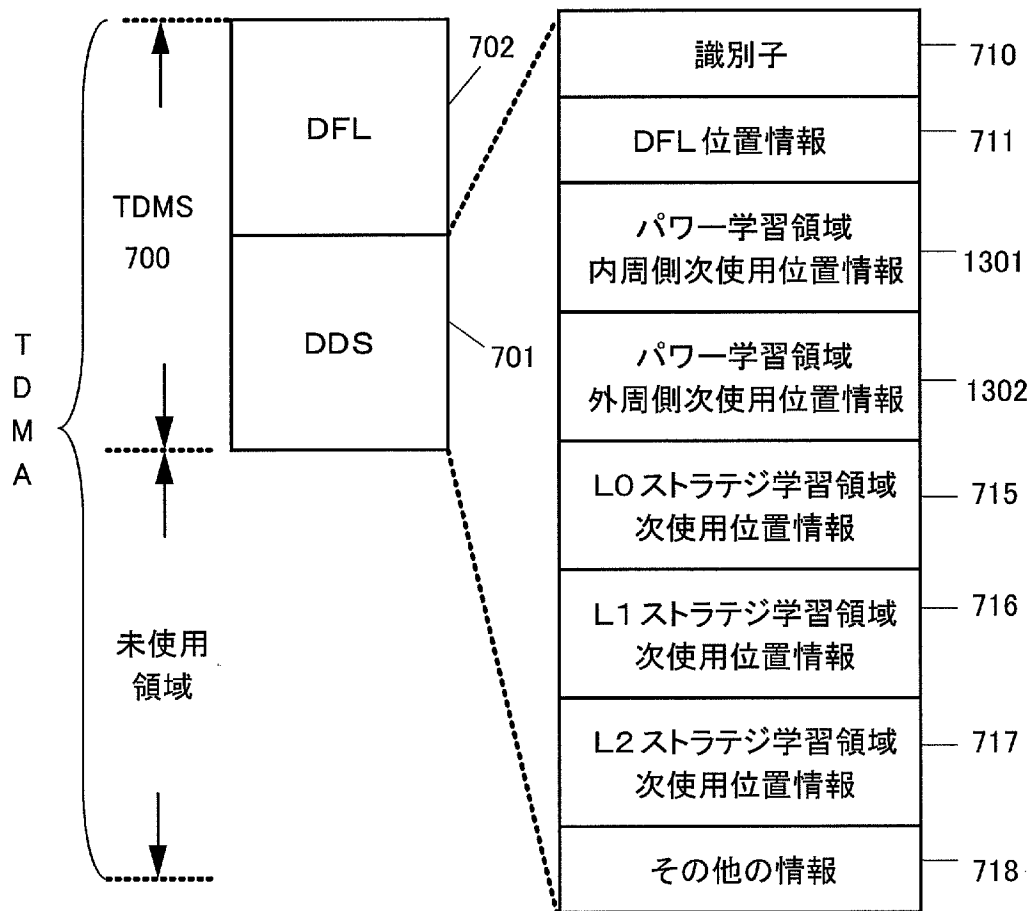
[図12]



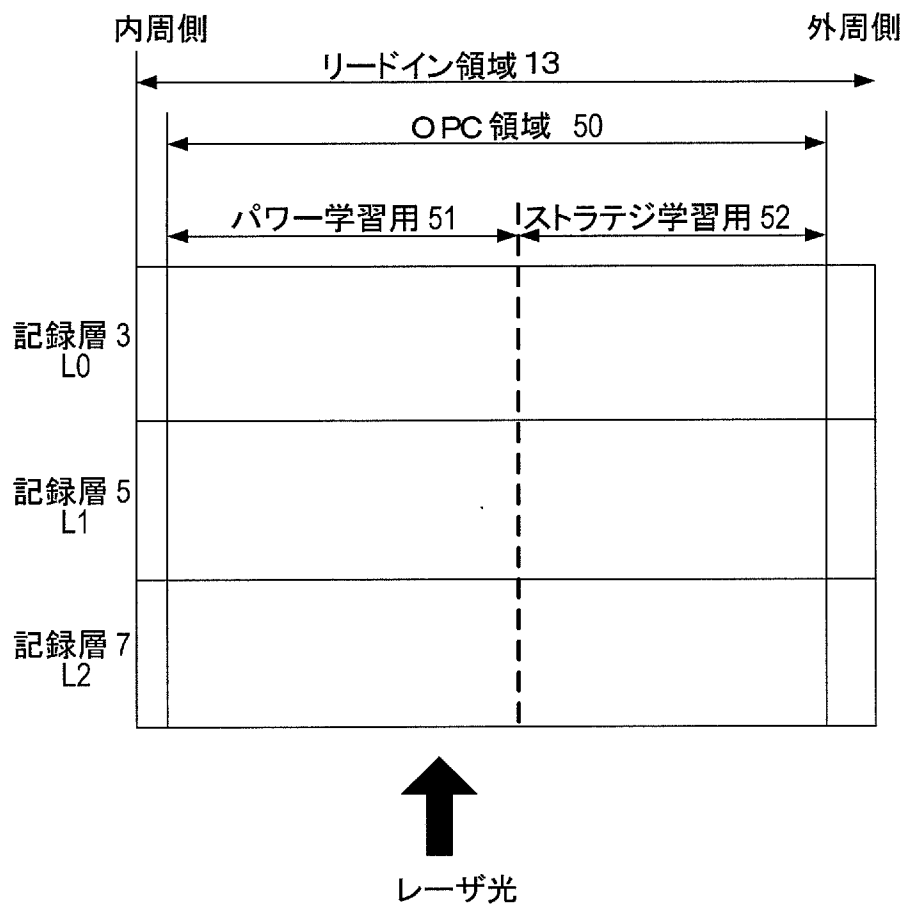
[図13]



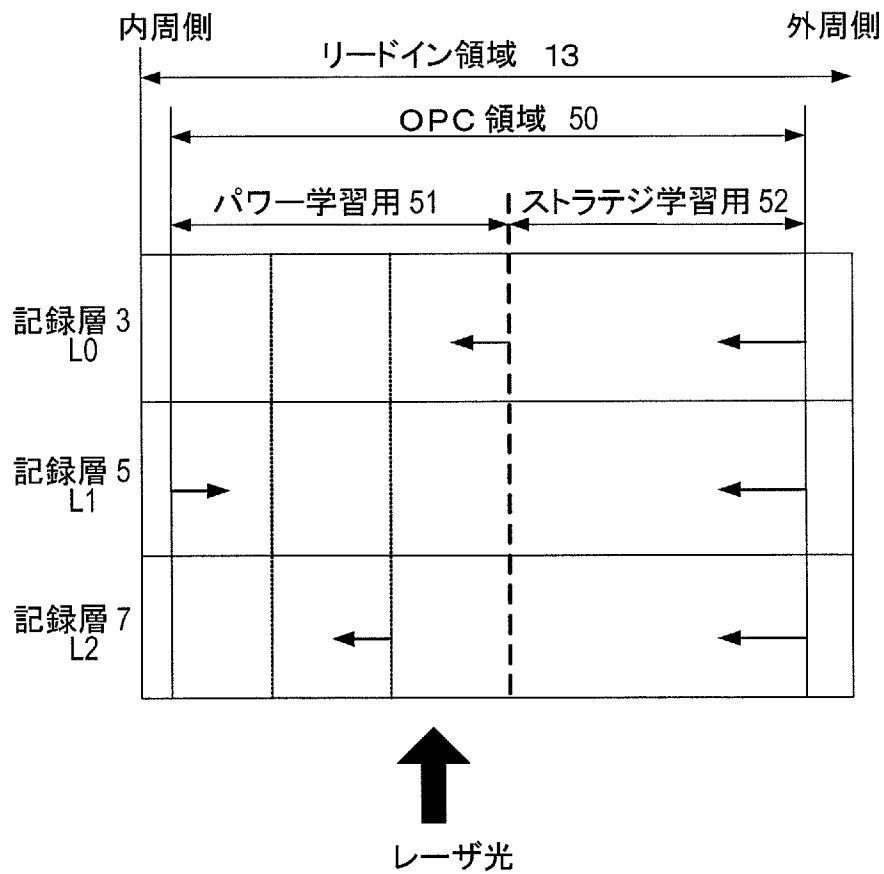
[図14]



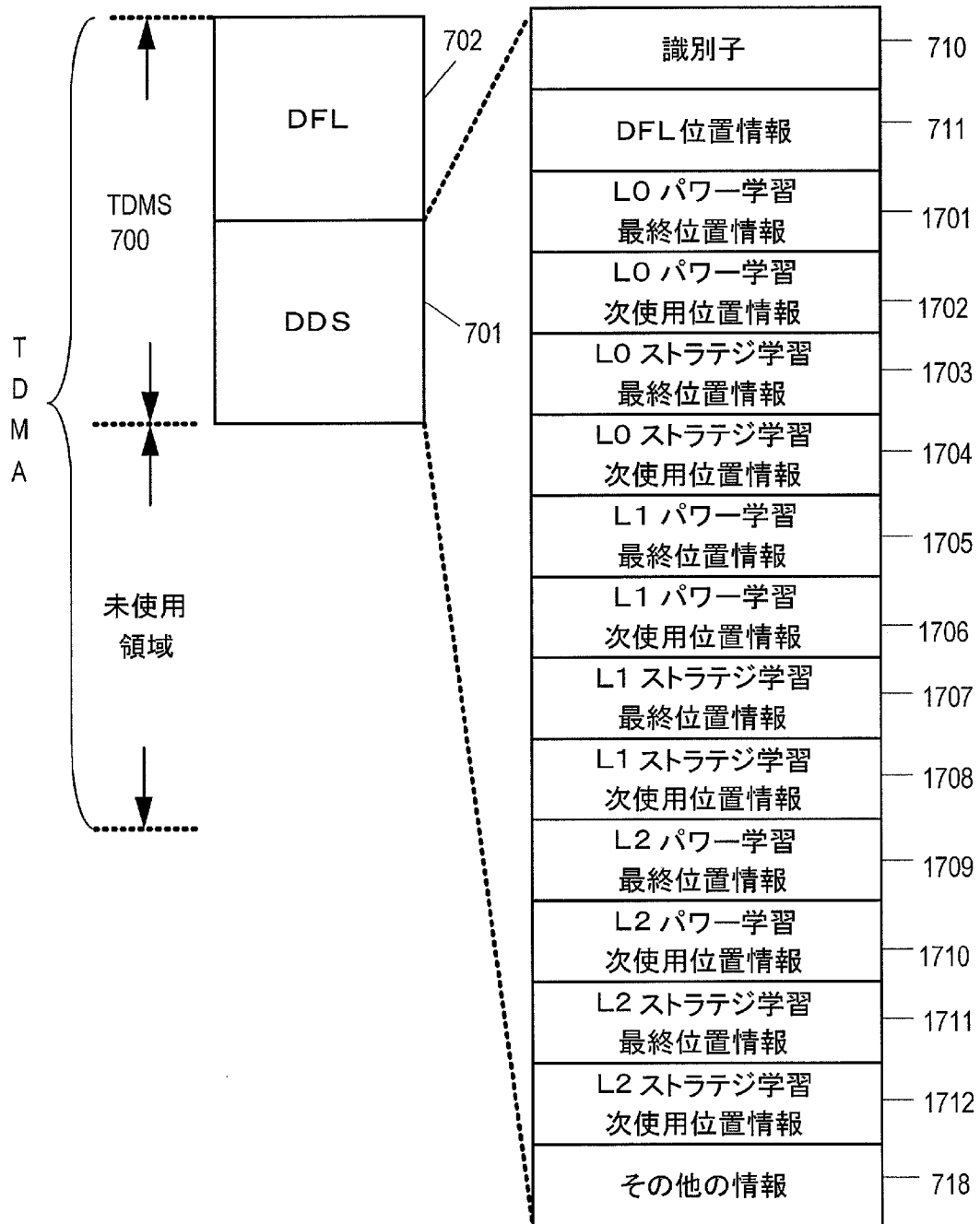
[図15]



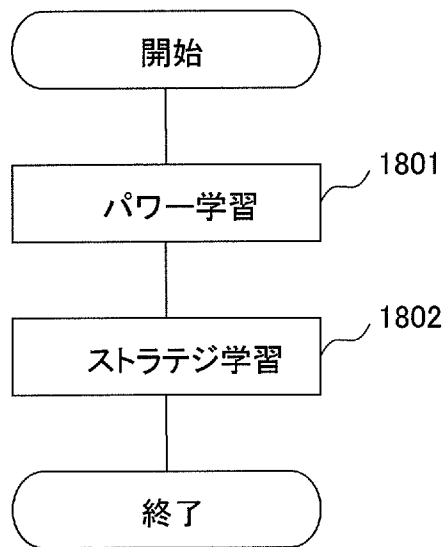
[図16]



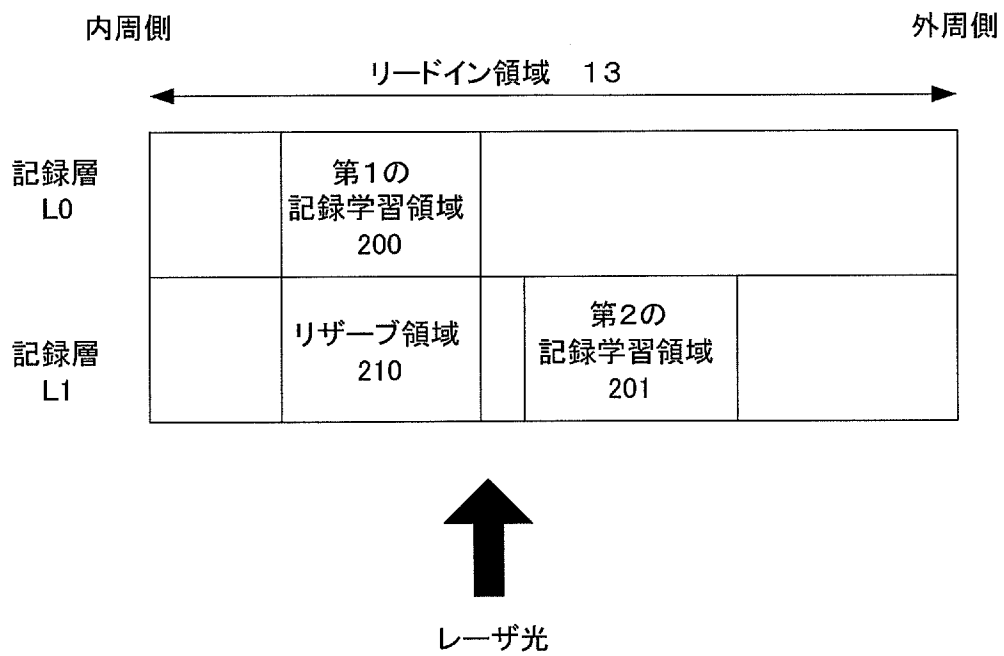
[図17]



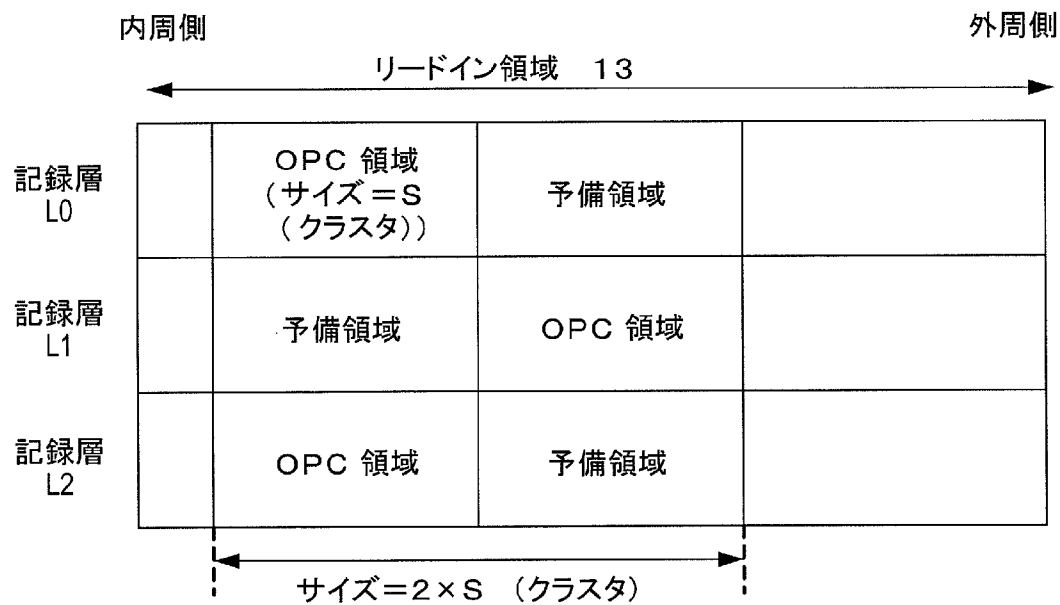
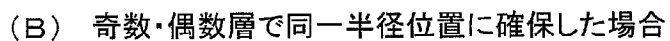
[図18]



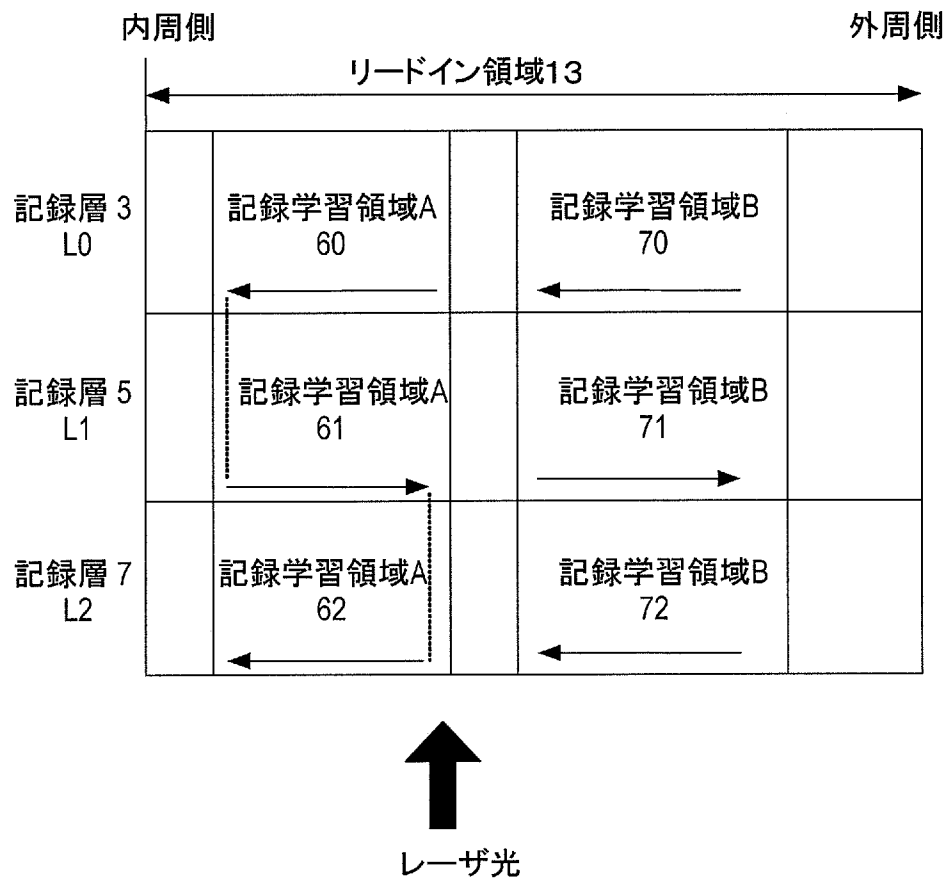
[図19]



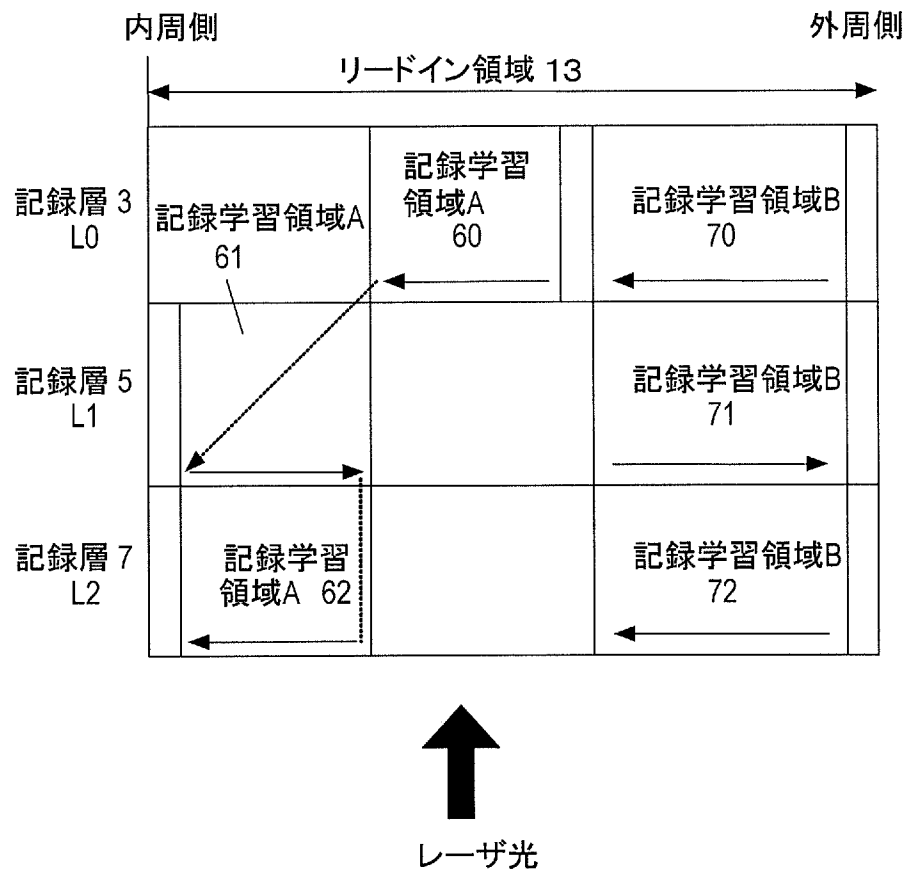
(A) 各層とも異なる半径位置に確保した場合



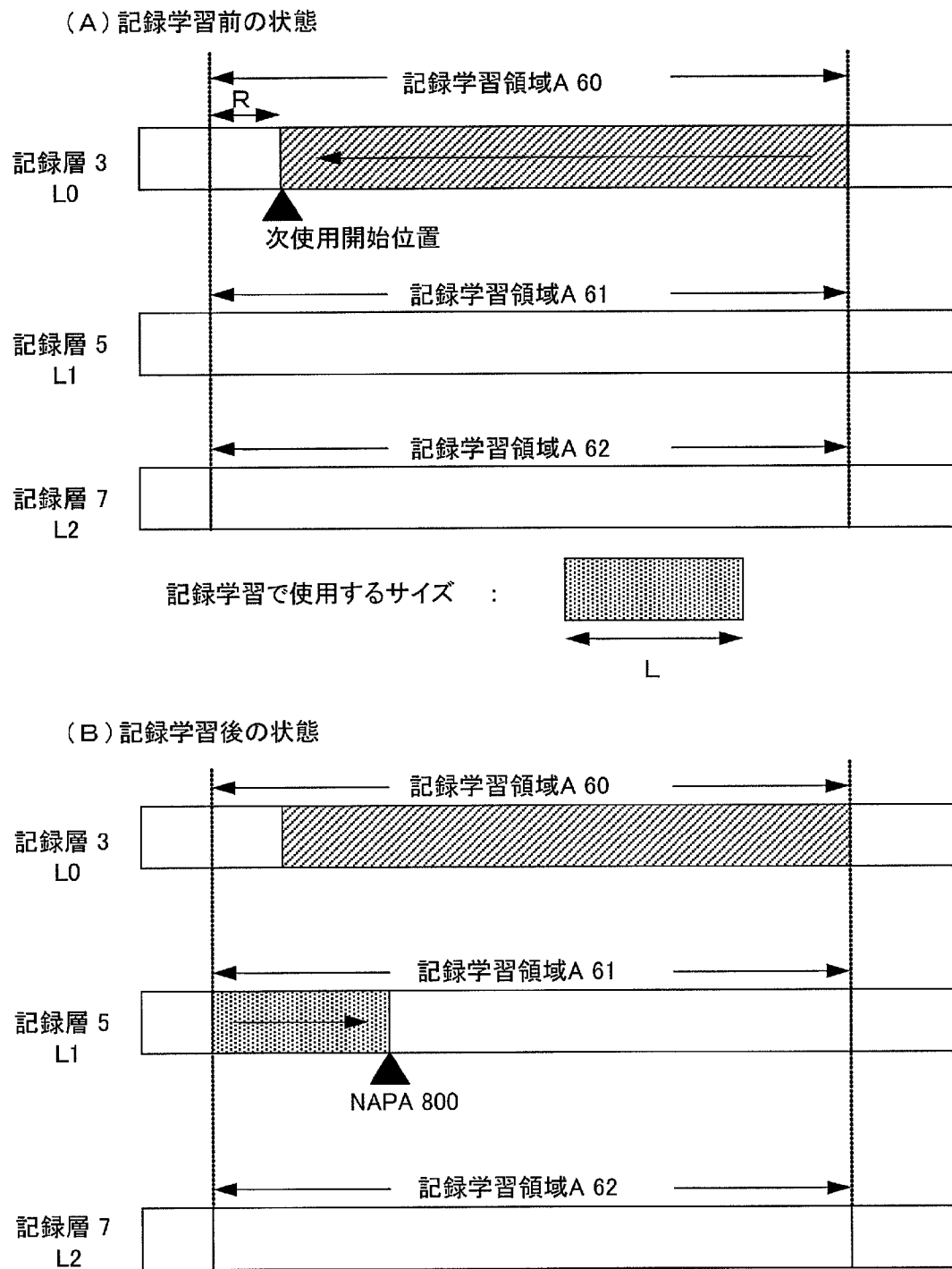
[図21]



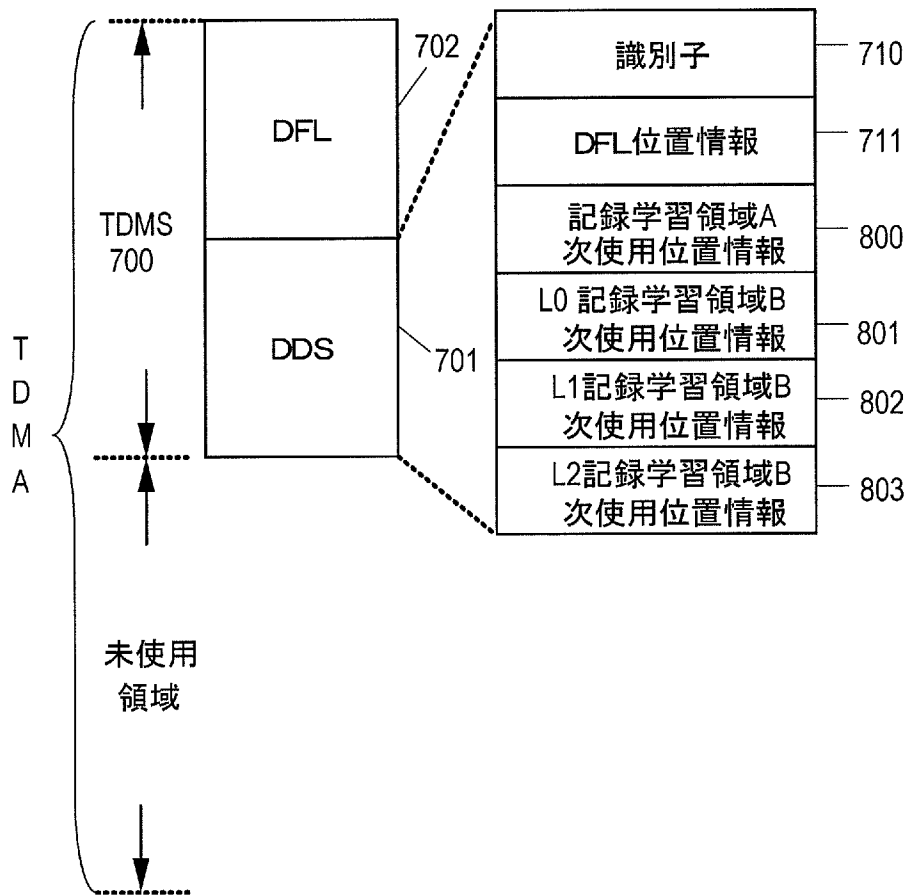
[図22]



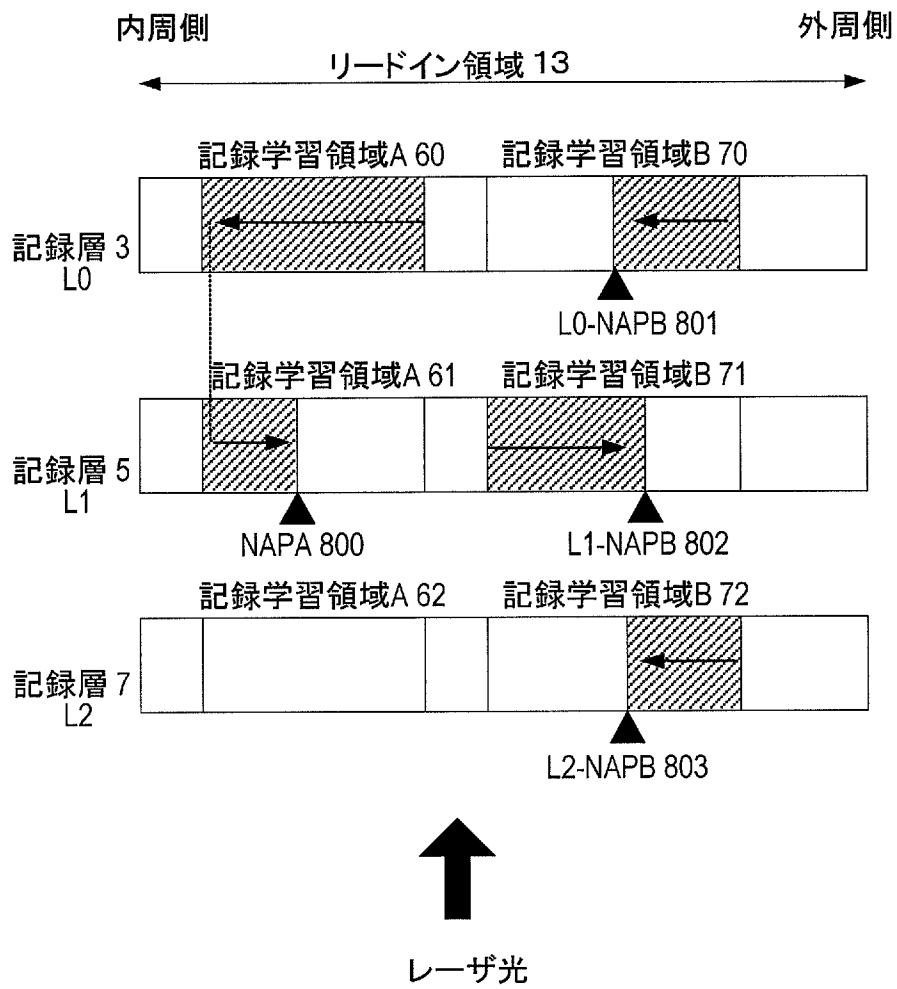
[図23]



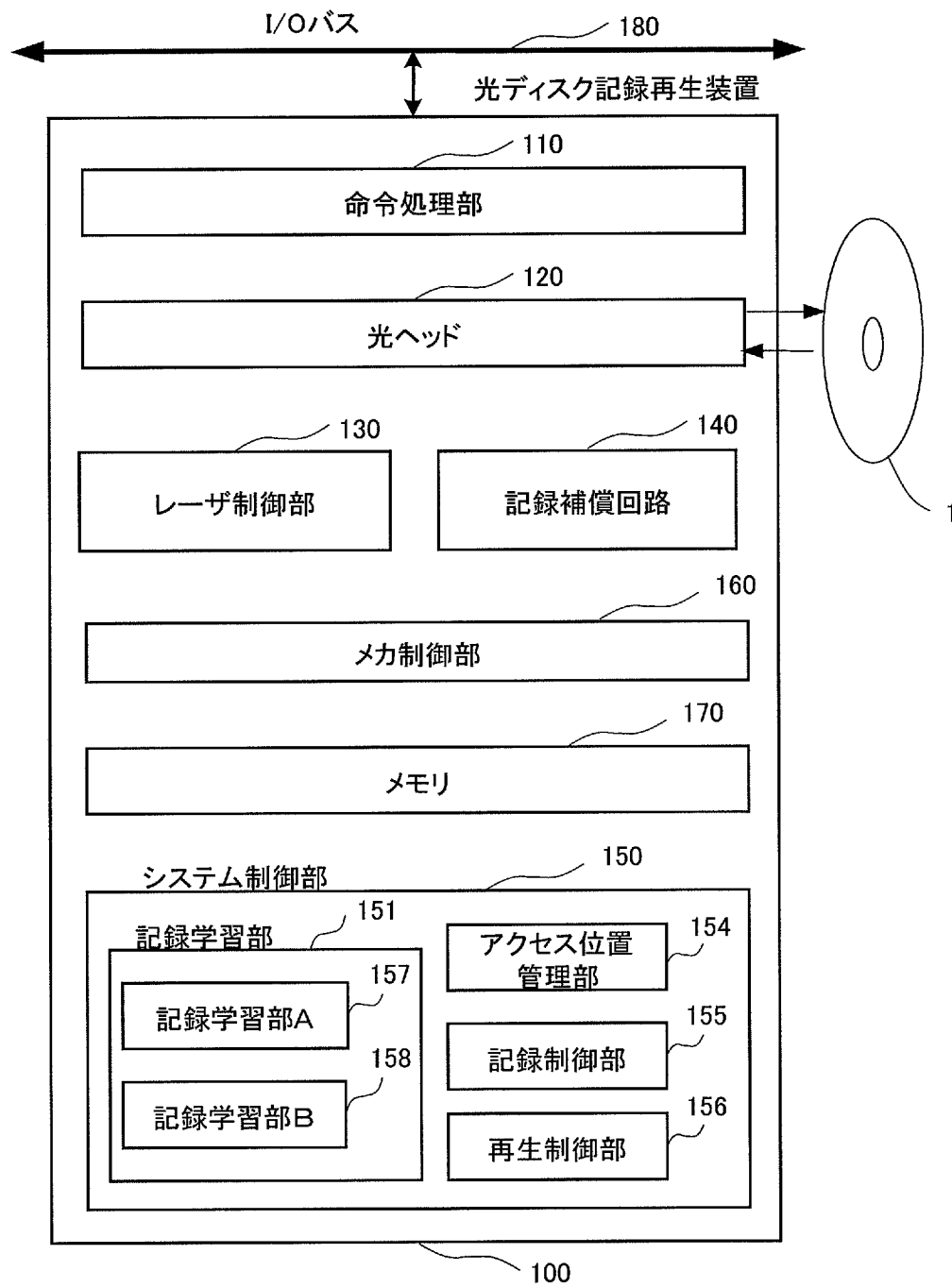
[図24]



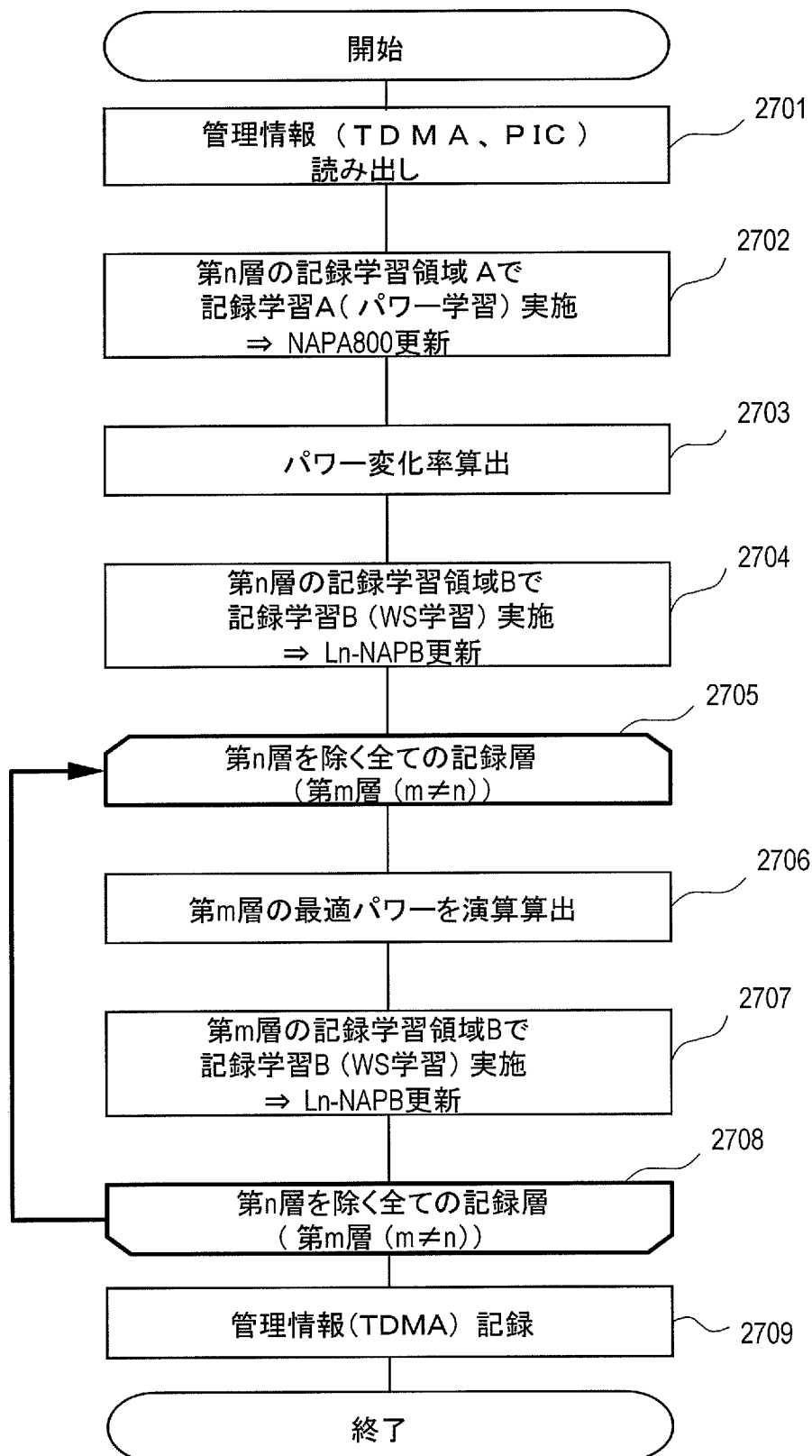
[図25]



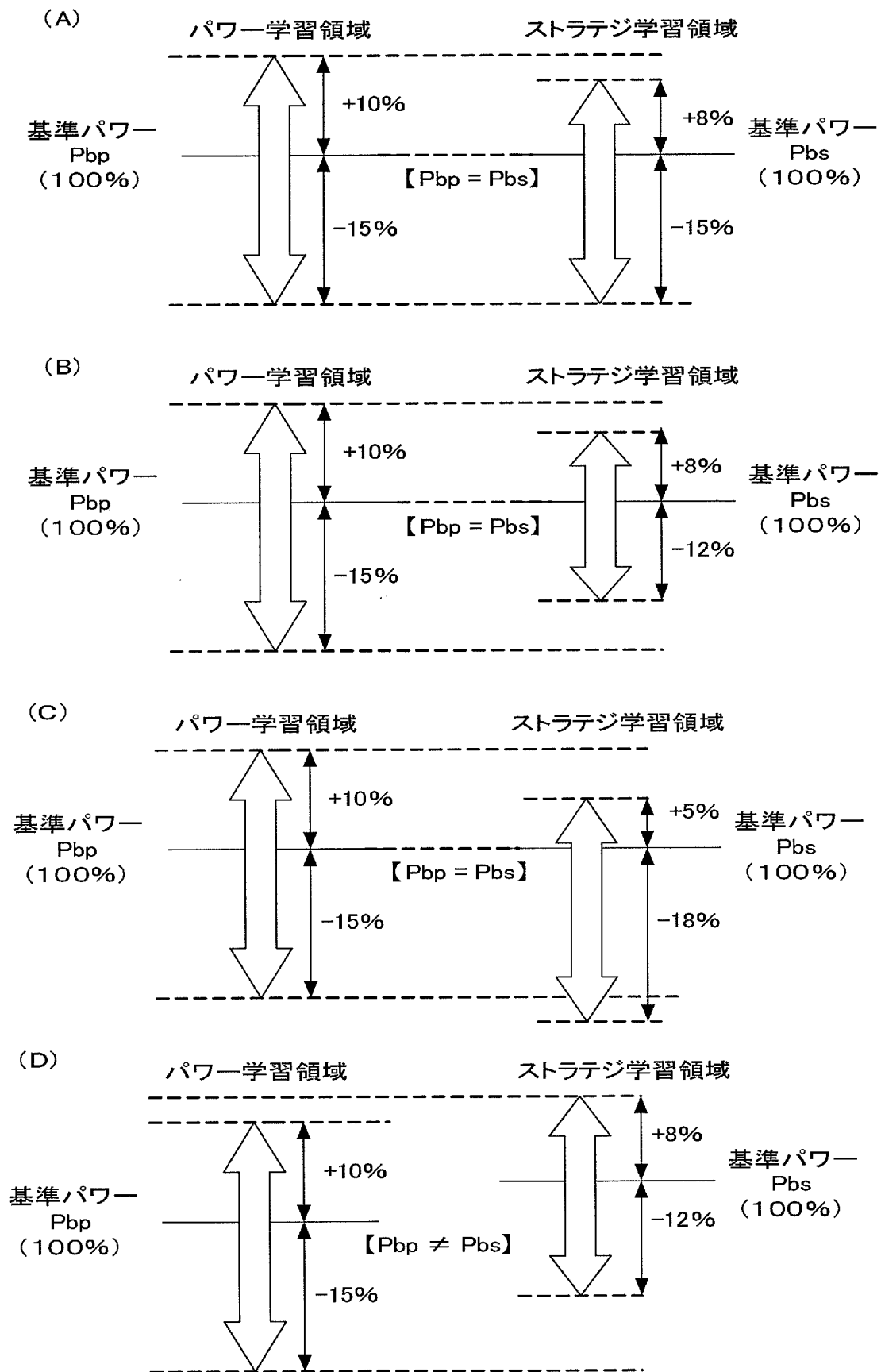
[図26]



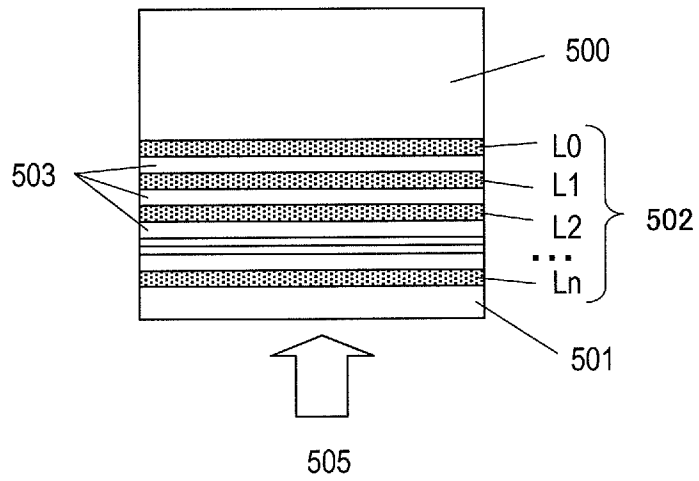
[図27]



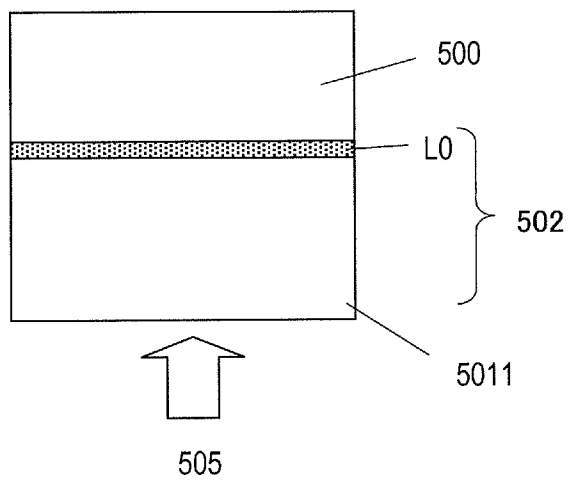
[図28]



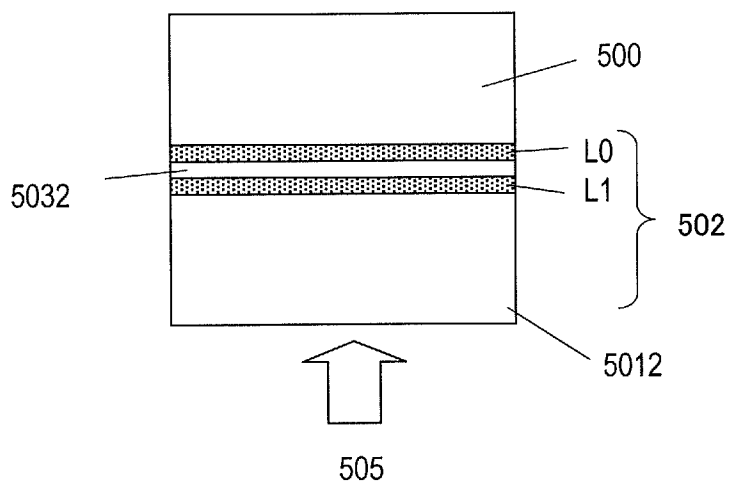
[図29]



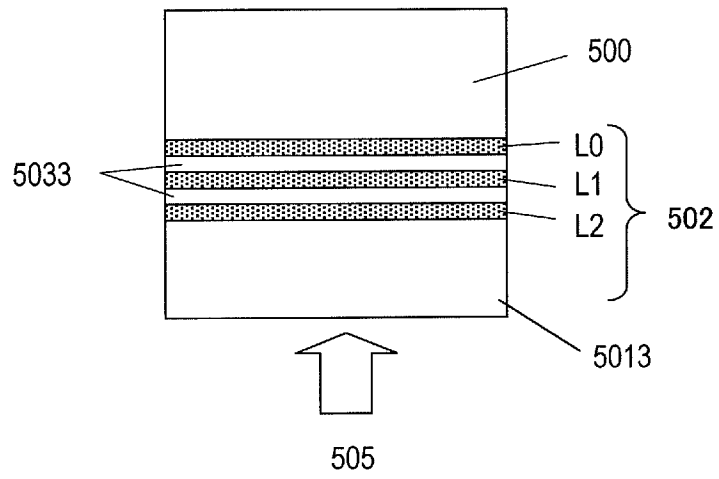
[図30]



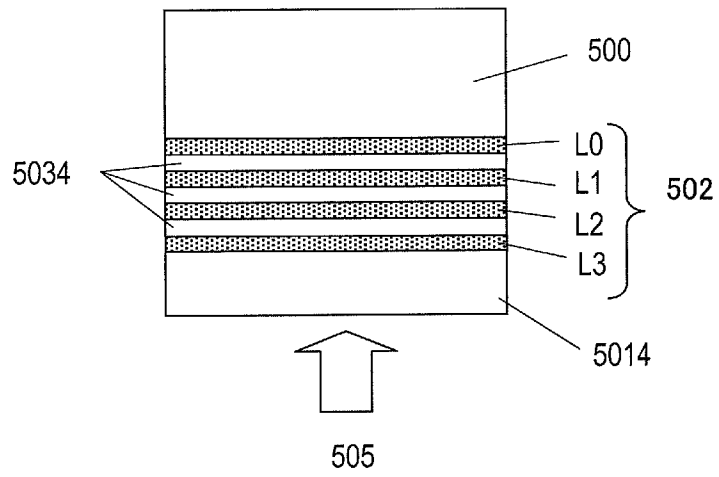
[図31]



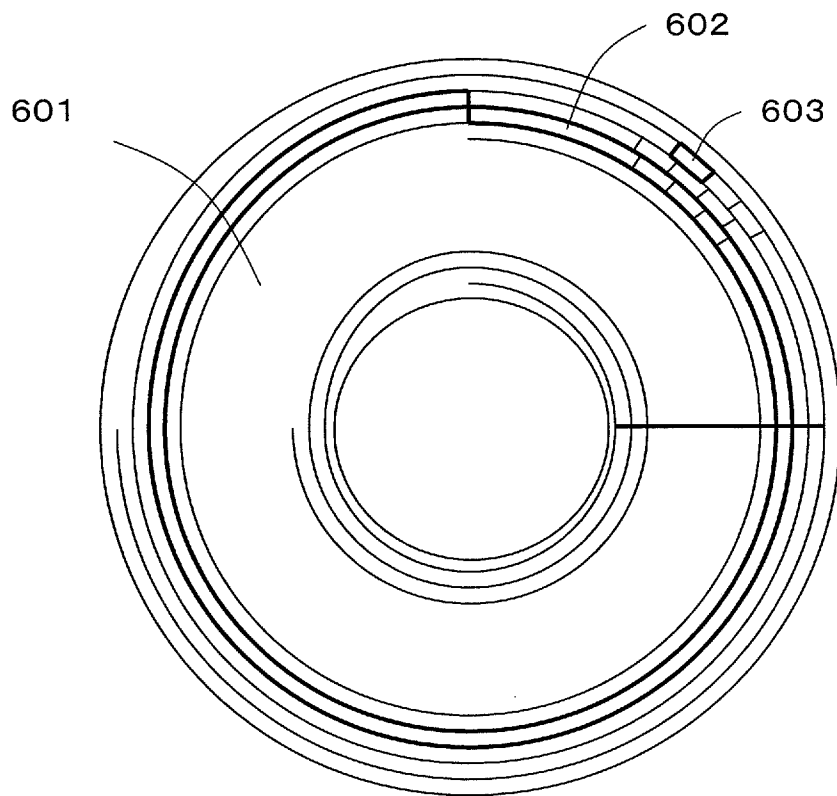
[図32]



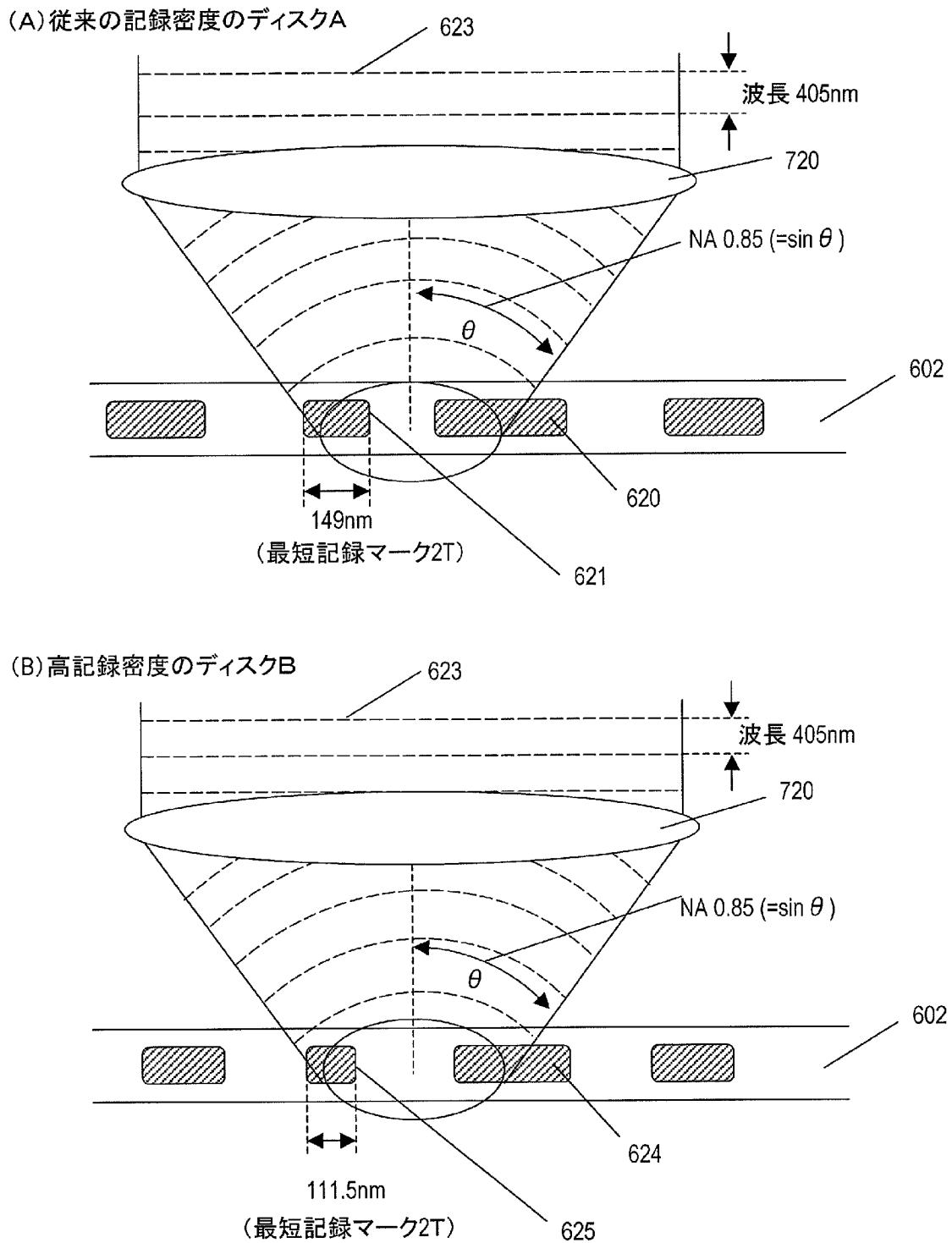
[図33]



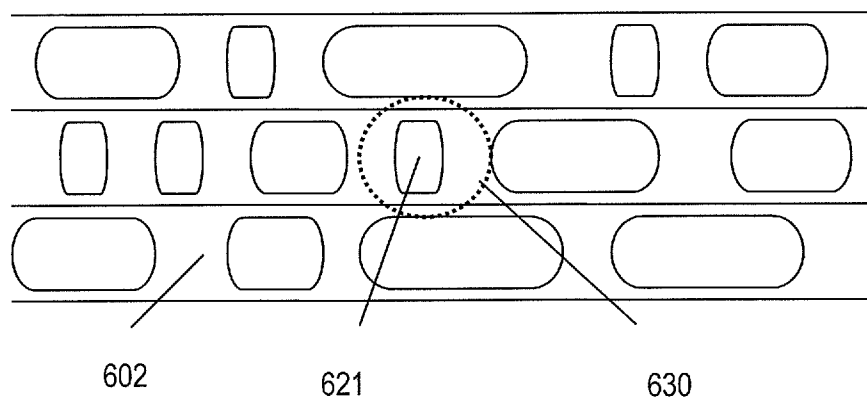
[図34]



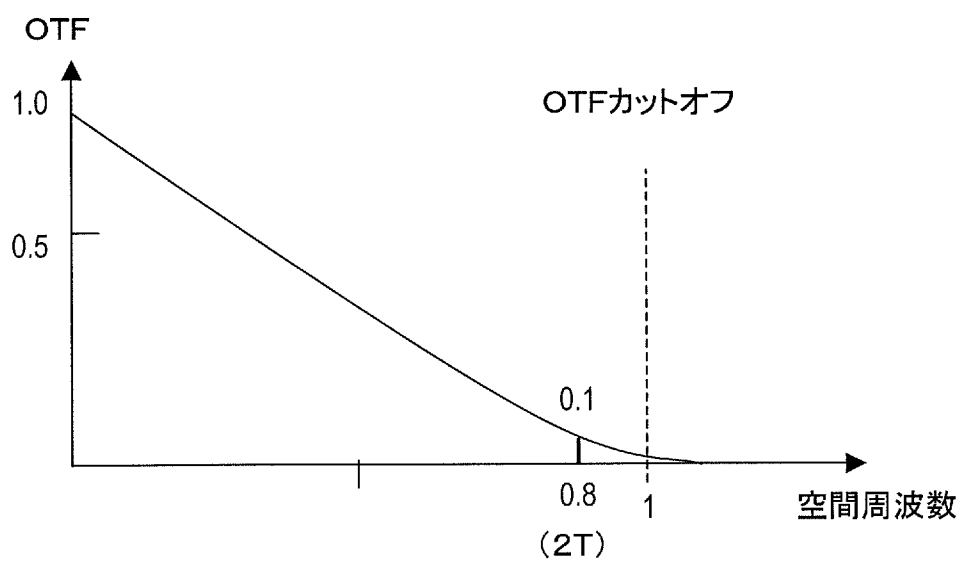
[図35]



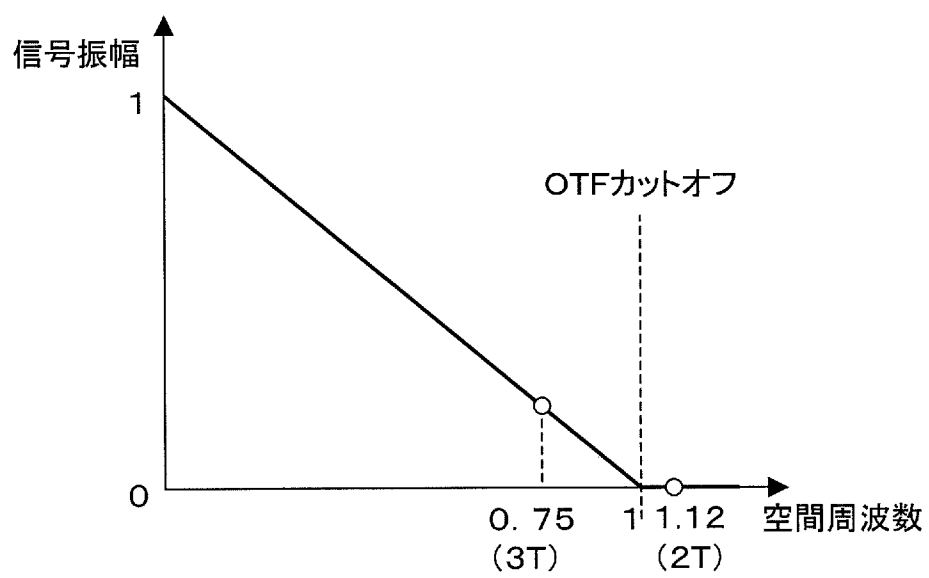
[図36]



[図37]



[図38]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/004709

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/0045(2006.01)i, G11B7/007(2006.01)i, G11B7/125(2006.01)i, G11B7/24(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G11B7/00-7/013, G11B7/12-7/22, G11B7/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-38584 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 February 2005 (10.02.2005), paragraphs [0061] to [0081]; fig. 6 to 11 & US 2004/0264339 A1 & EP 1492098 A2 & CA 2472075 A & KR 10-2005-0001458 A & CN 1577552 A & CA 2472075 A1	1-6
Y	WO 2006/035721 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 April 2006 (06.04.2006), entire text; fig. 1 to 10 & US 2008/0056093 A1 & EP 1804240 A1 & EP 2068318 A & CA 2580512 A & CN 1965357 A & KR 10-2007-0064557 A	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
29 October, 2009 (29.10.09)

Date of mailing of the international search report
10 November, 2009 (10.11.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/004709

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-327038 A (Ricoh Co., Ltd.), 18 November 2004 (18.11.2004), paragraphs [0049] to [0056]; fig. 3 to 6 (Family: none)	1-6
Y	JP 2007-66398 A (Pioneer Corp.), 15 March 2007 (15.03.2007), paragraphs [0068] to [0071]; fig. 3 to 5 (Family: none)	1-6
Y	JP 2005-285254 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 October 2005 (13.10.2005), paragraphs [0020] to [0022]; fig. 1, 2, 4 & US 2007/0159942 A1 & US 2008/0291798 A1 & EP 1732066 A1 & EP 1978511 A2 & WO 2005/101381 A & KR 10-2007-0005650 A & TW 277073 B & KR 10-2007-0102624 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/0045 (2006.01) i, G11B7/007 (2006.01) i, G11B7/125 (2006.01) i, G11B7/24 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/00-7/013, G11B7/12-7/22, G11B7/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-38584 A (松下電器産業株式会社) 2005.02.10, 段落【0061】 — 【0081】, 第6-11図 & US 2004/0264339 A1 & EP 1492098 A2 & CA 2472075 A & KR 10-2005-0001458 A & CN 1577552 A & CA 2472075 A1	1-6
Y	WO 2006/035721 A1 (松下電器産業株式会社) 2006.04.06, 全文, 第 1-10図 & US 2008/0056093 A1 & EP 1804240 A1 & EP 2068318 A & CA 2580512 A & CN 1965357 A & KR 10-2007-0064557 A	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 9 . 1 0 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 0 . 1 1 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

早川 卓哉

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

5 D

9 2 9 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2004-327038 A (株式会社リコー) 2004. 11. 18, 段落【0049】－【0056】, 第 3－6 図 (ファミリーなし)	1－6
Y	JP 2007-66398 A (パイオニア株式会社) 2007. 03. 15, 段落【0068】－【0071】, 第 3－5 図 (ファミリーなし)	1－6
Y	JP 2005-285254 A (三菱電機株式会社) 2005. 10. 13, 段落【0020】－【0022】, 第 1, 2, 4 図 & US 2007/0159942 A1 & US 2008/0291798 A1 & EP 1732066 A1 & EP 1978511 A2 & WO 2005/101381 A & KR 10-2007-0005650 A & TW 277073 B & KR 10-2007-0102624 A	1－6