



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010144607/28, 05.10.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.10.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

09.10.2008 JP 2008-262518**03.03.2009 JP 2009-049841**(43) Дата публикации заявки: **20.11.2012** Бюл. № 32(45) Опубликовано: **20.12.2013** Бюл. № 35(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **US 7414936 B2, 19.08.2008. US 2007165506
A1, 19.07.2007. US 2004240105 A1, 02.12.2004.
RU 2321902 C2, 10.04.2008.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **10.05.2011**(86) Заявка РСТ:
JP 2009/005141 (05.10.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/041404 (15.04.2010)

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул.Б.Спаская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры", пат.пов. А.В.Мицу, рег.№ 364**

(72) Автор(ы):

НАКАМУРА Ацуси (JP),**КОБАЯСИ Исао (JP),****ФУРУМИЯ Сигеру (JP)**

(73) Патентообладатель(и):

ПАНАСОНИК КОРПОРЕЙШН (JP)**(54) СПОСОБ ОПТИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ, ОПТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ЗАПИСИ,
УСТРОЙСТВО ЭКСПОНИРОВАНИЯ НОСИТЕЛЯ-МАСТЕРА, ОПТИЧЕСКИЙ НОСИТЕЛЬ
ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ И СПОСОБ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ**

(57) Реферат:

Предложены способ и устройство оптической записи, устройство экспонирования, способы изготовления и воспроизведения информации с оптического дискового носителя. Способ содержит этапы, на которых классифицируют кодированные данные согласно комбинации длины метки для метки, длины пробела для первого пробела и длины пробела для второго пробела; генерируют серию импульсов записи для

формирования метки, в которой краевая позиция переднего конца, краевая позиция заднего конца или ширина импульса серии импульсов записи изменяется согласно результату классификации. Длина пробела для первого пробела классифицируется по M классам длины пробела, длина пробела для второго пробела классифицируется по N классам длины пробела. В случае изменения краевой позиции переднего конца или ширины импульса, на этапе генерации серии импульсов

записи изменяют одну краевую позицию переднего конца или ширину импульса согласно результату классификации, причем М больше N. В случае изменения краевой позиции заднего конца, на этапе генерации серии импульсов записи изменяют краевую позицию

заднего конца согласно результату классификации, причем N больше M. Техническим результатом является снижение влияния межсимвольной и тепловой помех на качество записи. 6 н. и 13 з.п. ф-лы, 26 ил.

(а)

величины перемещения $dTF1/dTF2/dTF3$		метка 2Т				метка 3Т	метка 4Т	метка $\geq 5Т$	
		предшествующий пробел							
				пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	X	X
пред- шест- вующий ая пробел/ метка	метка 2Т	пробел 2Т	M2222	M2223	M2224	M2225	M223X	M224X	M225X
	метка $\geq 3Т$		M3222	M3223	M3224	M3225	M323X	M324X	M325X
	X	пробел 3Т	MX322	MX323	MX324	MX325	MX33X	MX34X	MX35X
	X	пробел 4Т	MX422	MX423	MX424	MX425	MX43X	MX44X	MX45X
	X	пробел $\geq 5Т$	MX522	MX523	MX524	MX525	MX53X	MX54X	MX55X

X – не имеет значения

Фиг.10

RU 2502139 C2

RU 2502139 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G11B 7/0045 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010144607/28, 05.10.2009**

(24) Effective date for property rights:
05.10.2009

Priority:

(30) Convention priority:
09.10.2008 JP 2008-262518
03.03.2009 JP 2009-049841

(43) Application published: **20.11.2012 Bull. 32**

(45) Date of publication: **20.12.2013 Bull. 35**

(85) Commencement of national phase: **10.05.2011**

(86) PCT application:
JP 2009/005141 (05.10.2009)

(87) PCT publication:
WO 2010/041404 (15.04.2010)

Mail address:

129090, Moskva, ul.B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364

(72) Inventor(s):

NAKAMURA Atsusi (JP),
KOBAJaSI Isao (JP),
FURUMIJa Sigeru (JP)

(73) Proprietor(s):

PANASONIK KORPOREhJShN (JP)

(54) **OPTICAL RECORDING METHOD, OPTICAL RECORDING DEVICE, MASTER MEDIUM EXPOSURE DEVICE, OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM, AND REPRODUCING METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: information technology.

SUBSTANCE: method includes steps of classifying encoded data according to a combination of a mark length of a mark, a space length of a first space and a space length of a second space; generating a write pulse train for forming a mark, in which a leading end edge position, a trailing end edge position or a pulse width of the write pulse train is changed according to the classification result. The space length of the first space is classified on M space length classes and the space length of the second space is classified on N space length classes. If the leading end edge position or the pulse width changes at the step of generating a write pulse train, one leading end edge position or

pulse width is changed according to the classification result, wherein M is greater than N. If the trailing end edge position changes at the step of generating a write pulse train, the trailing end edge position is changed according to the classification result, wherein N is greater than M.

EFFECT: reduced effect of inter-symbol and thermal noise on the quality of recording.

19 cl, 26 dwg

(a)

величины перемещения		метка 2T				метка 3T	метка 4T	метка ≥5T
		предшествующий пробел						
код- входящий пробел/ метка	метка ≥2T	пробел 2T	пробел 3T	пробел 4T	пробел ≥5T	X	X	X
	X	M222	M223	M224	M225	M23X	M24X	M25X
	X	M322	M323	M324	M325	M33X	M34X	M35X
	X	MX322	MX323	MX324	MX325	MX33X	MX34X	MX35X
X	MX422	MX423	MX424	MX425	MX43X	MX44X	MX45X	
X	MX522	MX523	MX524	MX525	MX53X	MX54X	MX55X	

X - не имеет значения

Фиг.10

RU 2 502 139 C2

RU 2 502 139 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу оптической записи, устройству для изготовления мастера путем процесса экспонирования (устройству экспонирования для изготовления мастера), оптическому носителю записи информации и способу воспроизведения, которые используют декодирование по схеме максимального правдоподобия, например PRML, устройству оптической записи. В частности, настоящее изобретение относится к технике записи в оптимальных условиях записи с осуществлением адаптивной компенсации записи по меньшей мере согласно длинам пробелов для пробелов, предшествующих интересующей метке и следующих за ней, в целях снижения оптической межсимвольной помехи или тепловой помехи, обусловленной записью или воспроизведением метки или ямки, которая значительно меньше диаметра пятна светового пучка. Настоящее изобретение также относится к технике записи в оптимальных условиях записи с осуществлением адаптивной компенсации записи согласно длинам пробелов для пробелов, предшествующих интересующей метке и следующих за ней, и, дополнительно, длинам меток для меток, предшествующих пробелам и следующих за ними.

В этом описании изобретения направление, в котором пятно светового пучка в определенной позиции перемещается по оптическому носителю записи информации (оптическому дисковому носителю) вследствие вращения оптического дискового носителя, именуется “задним/последующим”, и противоположное направление относительно определенной позиции именуется “передний/предшествующий”.

Уровень техники

Обычные стандарты оптических дисковых носителей включают в себя BD-R, BD-RE, DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW, CD-RW и т.д. Существуют техники перезаписи или последовательной записи данных путем излучения света лазера на оптические дисковые носители, которые согласуются с этими стандартами.

Пример оптических дисковых носителей представляет собой оптический дисковый носитель на основе фазового перехода. Запись информации на оптическом дисковом носителе на основе фазового перехода реализуется путем облучения оптического дискового носителя светом лазера для локального изменения состояния ковалентной связи материала тонкой пленки, сформированной на поверхности пленки записи под действием энергии света лазера. Облучение светом лазера изменяет физическое состояние облучаемого участка и окружающего его участка. В частности, кристаллическое состояние и аморфное состояние имеют разные коэффициенты отражения. Поскольку различие в физическом состоянии обуславливает различие в коэффициенте отражения, информация может считываться путем облучения диска светом лазера значительно меньшей мощности, чем используется при записи и обнаружении величины изменения коэффициента отражения.

Примеры оптических дисковых носителей на основе фазового перехода включают в себя записываемые носители, в которых материал GeSbTe используется как материал записи для слоя записи, а также оптические дисковые носители однократной записи. В патентном документе № 1 раскрыта техника использования материала, содержащего Те-О-М (где М - по меньшей мере, один из металлических элементов, полуметаллических элементов и полупроводниковых элементов) в порядке примера материала записи оптического дискового носителя однократной записи. Те-О-М означает композитный материал, который содержит Те, О и М. Непосредственно после формирования пленки, частицы Те, Те-М и М однородно и случайно рассеиваются по матрице из TeO₂. Облучение тонкой пленки, сформированной из

этого материала записи сфокусированным светом лазера, приводит к плавлению пленки, что, в свою очередь, приводит к осаждению кристаллов Те или Те-М с большим размером зерна. Изменение оптического состояния, обусловленное этим процессом, можно выявлять как сигнал. Это обеспечивает режим записи, в котором запись можно производить только один раз в одной и той же области, так называемый режим однократной записи.

В диске однократной записи на основе сплава, выполненном из неорганического материала, две тонкие пленки, выполненные из разных материалов, объединены в ламинат. Эти материалы нагреваются лазером до плавления, в результате чего материалы смешиваются друг с другом, образуя сплав, благодаря чему формируются метки записи. В другом известном оптическом дисковом носителе однократной записи другого типа, например, температура увеличивается под действием лазерного излучения для термического разложения органических пигментов органического пигментного материала, и изменение показателя преломления разложенной части уменьшается, благодаря чему записывается информация. В оптическом дисковом носителе однократной записи этого типа, принцип записи информации состоит в том, что длина оптического пути светопропускающего слоя на записанном участке оказывается меньше, чем на незаписанном участке, что создает эффект наподобие ямок вогнутости/выпуклости, например, CD только для чтения в подающем свете.

В случае записи края метки на таком оптическом дисковом носителе однократной записи, оптический дисковый носитель облучается светом лазера, состоящим из множества серий импульсов, именуемых “мультиимпульсами”, в результате чего физическое состояние меток изменяется, благодаря чему записывается информация. Информация считывается путем обнаружения изменения коэффициента отражения.

Возможной мерой для повышения плотности записи является, обычно, уменьшение длины меток и пробелов, которые подлежат записи. Однако, в особенности, когда длина пробела, которому предшествует метка записи, уменьшается, возникает тепловая помеха, в связи с чем тепло на заднем конце записанной метки передается через участок пробела, приводя к увеличению температуры на переднем конце последующей метки, и, на другой стороне, тепло на переднем конце записанной метки влияет на цикл охлаждения на заднем конце предшествующей метки. Даже когда метки и пробелы, сформированные на дорожке, имеют правильные длины, краевые позиции коротких меток и пробелов, которые выявляются при воспроизведении, неблагоприятно отличаются от своих идеальных значений вследствие частотных характеристик оптической системы воспроизведения, которые зависят от размера лазерного пятна. Отклонение выявленных краев от идеальных значений, в целом, именуется “межсимвольной помехой”. Когда размеры меток и пробелов меньше размеров лазерного пятна, возникает большая межсимвольная помеха, и соответственно, возрастает дрожание при воспроизведении, из-за чего увеличивается частота битовой ошибки.

При плотностях записи, характерных для DVD и BD, размеры меток, которые подлежат записи, и расстояние между метками и пробелами малы. В результате, тепло света лазера, применяемого для формирования метки, не только достигает области, предназначенной для метки, но и передается через пробелы, достигая областей для предшествующих и последующих меток, вследствие чего иногда может происходить деформация интересующей метки и предшествующих и последующих меток. Известны техники, позволяющие избежать этой проблемы, например, техника изменения позиции переднего импульса мультиимпульса для формирования метки изменяется

согласно соотношению длины интересующей метки и длины пробела с последующей меткой, и техника изменения позиции заднего импульса мультиимпульса для формирования метки изменяется согласно соотношению длины интересующей метки и длины пробела с предшествующей меткой. Эти техники представляют собой техники 5 записи меток с предварительными поправками на тепловую помеху меток записи. Этот режим управления позицией импульса записи, в целом, именуется адаптивной компенсацией записи. В патентном документе № 2 раскрыт такой способ адаптивной компенсации записи.

10 Согласно способу записи, раскрытому в патентном документе № 2, записываемый оптический дисковый носитель содержит заранее записанные эталонные условия импульса записи, которые позволяют задавать позиционную информацию импульсов записи для соответствующей одной из множества возможных комбинаций длины 15 метки, длины пробела с последующей меткой или длины пробела с предшествующей меткой. Устройство записи извлекает эталонные условия импульса записи с оптического дискового носителя для изменения эффективных в данный момент эталонных условий импульса записи для получения оптимальных условий импульса записи.

20 В частности, позиционная информация, установленная для всех комбинаций длин меток и длин пробелов для пробела с последующей меткой, включенная в эталонные условия импульса записи, или для всех комбинаций длин меток и длин пробелов для пробела с предшествующей меткой, включенная в эталонные условия импульса записи, используются для осуществления первой пробной записи на заданной дорожке 25 на оптическом дисковом носителе. Информация, записанная при первой пробной записи, воспроизводится, и в воспроизводимом сигнале выявляется первое дрожание. Изменение первой заданной величины однородно добавляется к позиционной информации для соответствующих из всех комбинаций длин меток и длин пробелов, включенных в эталонные условия импульса записи. Однородно измененная 30 позиционная информация используется для осуществления второй пробной записи на заданной дорожке на оптическом дисковом носителе. Информация, записанная при второй пробной записи, воспроизводится, и в воспроизводимом сигнале выявляется второе дрожание. На последнем этапе первое дрожание и второе дрожание 35 сравниваются, и позиционная информация, которая используется при пробной записи, генерирующей меньшее дрожание, выбирается для получения условий импульса записи.

40 Способы управления записью, раскрытые в патентном документе № 3, патентном документе № 4 и патентном документе № 5, используют способы декодирования по схеме максимального правдоподобия, но не используют величины дрожания в воспроизводимом сигнале, для предварительной оценки шаблона сигнала из формы волны воспроизводимого сигнала. При сравнении формы волны воспроизводимого сигнала и оценочной формы волны сигнала, воспроизводимый сигнал преобразуется, 45 путем декодирования, в декодированные данные, которые имеют путь сигнала с максимальным правдоподобием. Этот способ используется для оптимизации параметров записи при записи информации, чтобы минимизировать вероятность появления ошибок в процессе декодирования по схеме максимального правдоподобия.

50 В последние годы повышение плотности оптических дисковых носителей приводит к тому, что длины меток записи приближаются к пределу оптического разрешения, в связи с чем происходит увеличение межсимвольной помехи и снижение SNR (отношения сигнал/шум).

Системный допуск можно поддерживать с использованием способа PRML более высокого порядка. Например, в непатентном документе № 1 раскрыто, что в оптической системе, где длина волны лазера равна 405 нм, и NA (числовая апертура) объектива равна 0,85, и плотность записи такова, что диск Blu-ray (BD) диаметром 12 см имеет емкость 25 ГБ (гигабайт) на слой записи данных, системный допуск можно поддерживать за счет применения способа PR (1, 2, 2, 1) ML. В этом документе также раскрыто, что, в случае, когда линейная плотность увеличивается за счет уменьшения длины метки для поддержания емкости 25 ГБ или более (например, 30 ГБ или 33.4 ГБ) на слой записи данных при использовании той же оптической системы, необходимо применять способ PR(1,2,2,2,1)ML.

В патентном документе № 6, патентном документе № 7 и патентном документе № 8 раскрыта оптимизация различных параметров записи путем регулировки формы волны импульса записи на основании качества составных данных в соответствии со способом PR(1,2,2,2,1)ML в случае оптического дискового носителя с высокой плотностью записи от 30 ГБ до 33.4 ГБ на слой записи данных.

Библиография

Патентная литература

Патентный документ № 1: патентная публикация Японии № 2004-362748

Патентный документ № 2: патентная публикация Японии № 2000-200418

Патентный документ № 3: патентная публикация Японии № 2004-335079

Патентный документ № 4: патентная публикация Японии № 2004-63024

Патентный документ № 5: патентная публикация Японии № 2008-159231

Патентный документ № 6: патентная публикация Японии № 2007-317334

Патентный документ № 7: патентная публикация Японии № 2008-33981

Патентный документ № 8: описание опубликованной патентной заявки США № 2008/0159104

Непатентная литература

Непатентный документ № 1: Illustrated Blu-ray Disc Reader, Ohmsha, Ltd.

Раскрытие изобретения

Техническая проблема

Однако методики, описанные в вышеозначенных документах, сопряжены с различными проблемами, описанными ниже.

Во-первых, согласно способу определения уровня, который описан в патентном документе № 2, где “0” и “1” в воспроизводимом сигнале определяются относительно уровня среза, амплитуда воспроизводимого сигнала очень мала при воспроизведении метки или ямки, которая значительно меньше диаметра пятна светового пучка. Таким образом, сигналы, воспроизводимые из коротких меток и коротких пробелов, оказываются вблизи уровня среза и поэтому подвержены шуму или межсимвольной помехе, что приводит к частым ошибкам определения при определении уровня.

Во-вторых, в случае регулировки краевой позиции меток записи, которая осуществляется с использованием способа PRML высокого порядка с высокой воспроизводимостью, который описан в патентном документе № 3, патентном документе № 4 и патентном документе № 5, запись высокой плотности при плотности записи от 30 ГБ до 33.4 ГБ на слой записи данных не является успешной в условиях записи, когда отношение SN (SNR) максимально, что приводит сокращению допусков записи и воспроизведения во всей системе оптического диска.

В-третьих, согласно способам компенсации записи, описанным в патентном документе № 6, патентном документе № 7 и патентном документе № 8, регулировка

импульса записи осуществляется только на позиционной информации, соответствующей комбинации длины метки интересующей метки и длины пробела для пробела с последующей интересующей меткой, или комбинации длины метки интересующей метки и длины пробела для пробела с предшествующей интересующей меткой. Эти способы не применимы к длинам меток, которые находятся за пределами оптического разрешения, которое зависит от размера метки и размера лазерного пятна.

Как описано выше, ни одна из вышеупомянутых традиционных техник не пригодна для формирования или чтения меток с достаточной точностью в случае записи высокой плотности, которая находится за пределами оптического разрешения. В результате невозможно реализовать слой записи данных достаточной плотности и надежности.

Одна из задач настоящего изобретения состоит в обеспечении способа оптической записи и оптического устройства записи/воспроизведения, позволяющих точно компенсировать тепловую помеху и оптическую межсимвольную помеху в ходе записи или воспроизведения оптического дискового носителя.

Другой задачей настоящего изобретения является увеличение системного допуска оптического дискового носителя. В частности, в случае высокой линейной плотности записи, когда длина наиболее короткой метки составляет примерно от 0,124 мкм до 0,111 мкм, как в случае диска Blu-ray (BD) диаметром 12 см и емкостью 30 ГБ или 33,4 ГБ на слой записи данных, и когда используется оптическая система, в которой длина волны лазера равна 405 нм, и NA (числовая апертура) объектива равна 0,85, адаптивная компенсация производится на условиях импульса записи интересующей метки согласно длине предшествующего и/или последующего пробела и длине предшествующей и/или последующей метки, на основании воспроизводимой информации, которая декодируется по схеме максимального правдоподобия с использованием способа PR(1,2,2,2,1)ML, с целью снижения оптической межсимвольной помехи или тепловой помехи, которая может оказывать негативное влияние на запись высокой плотности, благодаря чему формируются метки записи высокого качества, и увеличивается системный допуск оптического дискового носителя.

Решение проблемы

Согласно способу оптической записи, отвечающему настоящему изобретению, оптический дисковый носитель облучается модулированной серией импульсов записи света лазера, изменяющихся по множеству уровней мощности, благодаря чему на оптическом дисковом носителе формируется множество меток, причем краевые позиции каждой из меток и пробела между двумя соседними метками используются для записи информации. Способ включает в себя этапы, на которых: кодируют данные записи для генерации кодированных данных, которые являются комбинацией меток и пробелов; классифицируют кодированные данные согласно комбинации длины метки для метки, длины пробела для первого пробела с последующей меткой и длины пробела для второго пробела с предшествующей меткой; генерируют серию импульсов записи для формирования метки, в которой, по меньшей мере, одна из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи изменяется согласно результату классификации; и облучают оптический дисковый носитель сгенерированной серией импульсов записи для формирования множества меток на оптическом дисковом носителе.

Этап классификации может включать в себя действие, состоящее в том, что

классифицируют кодированные данные согласно комбинации длины метки для наиболее короткой метки, длины пробела для первого пробела и длины пробела для второго пробела.

5 Этап классификации может включать в себя действие, состоящее в том, что классифицируют кодированные данные согласно комбинации следующих условий: длина метки для метки; равна ли длина пробела для первого пробела “n” или “n+1 или длиннее”; и равна ли длина пробела для второго пробела “n” или “n+1 или длиннее”, где n - длина наиболее короткого пробела.

10 Когда комбинация для классификации является комбинацией длины метки для метки, длины пробела для первого пробела и длины пробела для второго пробела, этап классификации может включать в себя действие, состоящее в том, что относят первый пробел к любому из заданного количества M классов длины пробела (M - целое число, большее или равное 1) и относят второй пробел к любому из заданного количества N классов длины пробела (N - целое число, большее или равное 1, и $M \neq N$).

15 Этап классификации может включать в себя действие, состоящее в том, что классифицируют кодированные данные по длине пробела на четыре класса длины пробела для первого пробела, “n”, “n+1”, “n+2” и “n+3 или длиннее”, и два класса длины пробела для второго пробела, “n” и “n+1 или длиннее”, где n - длина наиболее короткого пробела, и этап генерации может включать в себя действие, состоящее в том, что изменяют краевую позицию переднего конца серии импульсов записи согласно результату классификации.

25 Этап классификации может включать в себя действие, состоящее в том, что классифицируют кодированные данные по длине пробела на два класса длины пробела для первого пробела, “n” и “n+1 или длиннее”, и четыре класса длины пробела для второго пробела, “n”, “n+1”, “n+2” и “n+3 или длиннее”, где n - длина наиболее короткого пробела, и этап генерации может включать в себя действие, состоящее в том, что изменяют краевую позицию заднего конца серии импульсов записи согласно результату классификации.

30 Этап классификации может включать в себя действие, состоящее в том, что классифицируют кодированные данные по длине пробела на четыре класса длины пробела для первого пробела, “n”, “n+1”, “n+2” и “n+3 или длиннее”, и два класса длины пробела для второго пробела, “n” и “n+1 или длиннее”, где n - длина наиболее короткого пробела, и этап генерации может включать в себя действие, состоящее в том, что изменяют ширину импульса серии импульсов записи согласно результату классификации.

40 Этап классификации может включать в себя действие, состоящее в том, что, если длина метки для метки больше длины наиболее короткой метки, классифицируют кодированные данные согласно по меньшей мере любой одной из комбинации длины метки и длины первого пробела и комбинации длины метки и длины второго пробела.

45 Способ оптической записи дополнительно включает в себя этапы, на которых: генерируют аналоговый сигнал с оптического дискового носителя и генерируют цифровой сигнал из аналогового сигнала; изменяют форму волны цифрового сигнала; декодируют по схеме максимального правдоподобия цифровой сигнал измененной формы согласно способу PRML (максимального правдоподобия при неполном отклике); генерируют двоичный сигнал, который представляет результат декодирования по схеме максимального правдоподобия; и обнаруживают величину сдвига в форме волны цифрового сигнала измененной формы на основании цифрового сигнала измененной формы и двоичного сигнала. Этап генерации серии

импульсов записи может включать в себя действие, состоящее в том, что изменяют, на основании результата обнаружения величины сдвига, по меньшей мере, одну из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи для формирования множества меток.

5 Этап обнаружения может включать в себя действие, состоящее в том, что обнаруживают величину сдвига в форме волны цифрового сигнала путем сравнения кодированных данных и двоичного сигнала, и этап генерации серии импульсов записи может включать в себя действие, состоящее в том, что изменяют по меньшей мере
10 одну из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи.

Этап генерации серии импульсов записи может включать в себя действие, состоящее в том, что изменяют позицию по меньшей мере одного из фронтов импульсов с первого по третий, отсчитываемых от переднего конца, и фронтов импульсов с
15 первого по третий, отсчитываемых от заднего конца, согласно результату классификации.

Предпочтительно, выполняется следующая формула:

$$ML < \lambda NA \times 0,26$$

20 где λ - длина волны света лазера, NA - числовая апертура объектива, и ML - длина наиболее короткой метки.

Длина наиболее короткой метки ML, предпочтительно, равна 0,128 мкм или менее.

Длина волны света лазера λ , предпочтительно, находится в пределах от 400 нм до 410 нм, и NA, предпочтительно, находится в пределах от 0,84 до 0,86.

25 Устройство оптической записи, отвечающее настоящему изобретению, выполнено с возможностью записи информации путем облучения оптического дискового носителя модулированной серией импульсов записи света лазера, изменяющихся по множеству уровней мощности, благодаря чему на оптическом дисковом носителе формируется
30 множество меток, причем краевые позиции каждой из меток и пробела между двумя соседними метками используются для записи информации. Устройство включает в себя: блок кодирования, выполненный с возможностью кодирования данных записи для генерации кодированных данных, которые являются комбинацией меток и пробелов; блок классификации, выполненный с возможностью классификации
35 кодированных данных согласно комбинации длины метки для метки, длины пробела для первого пробела с последующей меткой и длины пробела для второго пробела с предшествующей меткой; блок генерации формы волны записи, выполненный с возможностью генерации серии импульсов записи для формирования метки, в которой
40 по меньшей мере одна из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи изменяется согласно результату классификации; и блок возбуждения лазера, выполненный с возможностью облучения оптического дискового носителя сгенерированной серией импульсов записи для формирования множества меток на оптическом дисковом носителе.

45 Устройство оптической записи может дополнительно включать в себя: блок обработки PRML, выполненный с возможностью приема цифрового сигнала, сгенерированного из аналогового сигнала, воспроизводимого с оптического дискового носителя, для изменения формы волны цифрового сигнала и для
50 декодирования по схеме максимального правдоподобия цифрового сигнала измененной формы согласно способу PRML (максимального правдоподобия при неполном отклике); блок обнаружения сдвига, выполненный с возможностью обнаружения величины сдвига в форме волны цифрового сигнала на основании

двоичного сигнала, который представляет результат декодирования по схеме максимального правдоподобия и цифровой сигнал измененной формы; и блок компенсации записи, выполненный с возможностью изменять, на основании результата обнаружения величины сдвига по меньшей мере одну из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи для формирования множества меток.

Устройство экспонирования для изготовления мастера, отвечающее настоящему изобретению, выполнено с возможностью записи информации путем облучения оптического дискового носителя который представляет собой материальный диск, покрытый резистом, модулированной серией импульсов записи света лазера, изменяющихся по множеству уровней мощности, благодаря чему на оптическом дисковом носителе формируется множество меток, причем краевые позиции каждой из меток и пробела между двумя соседними метками используются для записи информации. Устройство включает в себя: блок кодирования, выполненный с возможностью кодирования данных записи для генерации кодированных данных, которые являются комбинацией меток и пробелов; блок классификации, выполненный с возможностью классификации кодированных данных согласно комбинации длины метки для метки, длины пробела для первого пробела с последующей меткой и длины пробела для второго пробела с предшествующей меткой; блок генерации формы волны записи, выполненный с возможностью генерации серии импульсов записи для формирования метки, в которой по меньшей мере одна из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи изменяется согласно результату классификации; и блок возбуждения лазера, выполненный с возможностью облучения оптического дискового носителя сгенерированной серией импульсов записи для формирования множества меток на оптическом дисковом носителе.

Предусмотрен оптический дисковый носитель, в котором информация подлежит записи согласно вышеописанному способу оптической записи, причем оптический дисковый носитель содержит информацию о классификации в заданной области.

Предусмотрен способ изготовления оптического дискового носителя, в котором информация подлежит записи согласно вышеописанному способу оптической записи, способ включает в себя этап формирования заданной области, в которой информация о классификации подлежит записи.

Предусмотрен способ воспроизведения информации с оптического дискового носителя, в котором метки подлежат записи согласно вышеописанному способу оптической записи, способ включает в себя этап воспроизведения информации путем облучения оптического дискового носителя светом лазера.

Преимущественные результаты изобретения

Как описано выше, согласно способу оптической записи, отвечающему настоящему изобретению, каждая метка, которая подлежит записи, классифицируется согласно длине метки для метки и длинам предшествующих ей и следующих за ней пробелов и/или длинам меток, предшествующих пробелам и следующих за ними. Позиции фронтов импульсов серии импульсов записи для записи каждой метки изменяются согласно результату классификации, что позволяет управлять импульсным сигналом записи. Это позволяет точно управлять позицией переднего конца или позицией заднего конца метки, которая подлежит формированию на дорожке оптического дискового носителя. В частности, позицией переднего конца и позицией заднего конца метки можно строго управлять с учетом оптической межсимвольной помехи или

тепловой помехи, которая может оказывать негативное влияние на запись высокой плотности, когда линейная плотность выходит за пределы OTF (оптической передаточной функции), которая зависит от длины наиболее короткой метки и диаметра лазерного пятна. Это повышает надежность операций записи и воспроизведения, что позволяет реализовать носители записи высокой плотности и большой емкости и, в то же время, уменьшить размеры устройства записи информации и носителей записи.

В частности, в случае высокой линейной плотности записи, когда длина наиболее короткой метки составляет примерно от 0,124 мкм до 0,111 мкм, как в случае диска Blu-ray (BD) диаметром 12 см и емкостью 30 ГБ или 33,4 ГБ на слой записи данных, и когда используется оптическая система, в которой длина волны лазера равна 405 нм, и NA (числовая апертура) объектива равна 0,85, условия импульса записи устройства записи/воспроизведения определяются на основании информации, воспроизводимой с использованием способа PR(1,2,2,2,1)ML, что позволяет компенсировать межсимвольную помеху или тепловую помеху, которая может оказывать негативное влияние на запись высокой плотности. В результате можно формировать метки записи высокого качества и увеличивать системный допуск оптического дискового носителя.

С учетом влияния тепла на предшествующие и последующие пробелы, передние фронты импульсов для импульсов лазерного излучения, например dTF1 и dTF2, подвержены воздействию тепла из предшествующего пробела, который является одним из пробелов, более близких к этим фронтам импульсов. Другими словами, метка записи подвержена тепловой помехе согласно длине предшествующего пробела. Согласно способу расширенной компенсации записи, отвечающему настоящему изобретению, наиболее короткая метка (2T) записывается с компенсацией записи, производимой согласно длинам предшествующих и последующих пробелов. В случае изменения задних фронтов импульсов, например dTF1 и dTF2, ширины импульса TF2 между dTF1 и dTF2 или ширины импульса TE2 между dTE2 и dTE3, тепловую помеху можно уменьшать более эффективно, производя компенсацию записи таким образом, чтобы количество классов для компенсации записи в отношении длины предшествующего пробела было больше количества классов для компенсации записи в отношении длины последующего пробела. Кроме того, благодаря уменьшению количества классов длины последующего пробела, можно уменьшить полное количество классов в таблице компенсации записи. Таким образом, можно избежать усложнения LSI и можно сократить усилия по обучению в процессе обучения записи.

С учетом влияния тепла на предшествующие и последующие пробелы, задние фронты импульсов для импульсов лазерного излучения, например dTE1 и dTE2, подвержены воздействию тепла из последующего пробела, который является одним из пробелов, более близких к этим фронтам импульсов. Другими словами, метка записи подвержена тепловой помехе согласно длине последующего пробела. Согласно способу расширенной компенсации записи, отвечающему настоящему изобретению, наиболее короткая метка (2T) записывается с компенсацией записи, производимой согласно длинам предшествующих и последующих пробелов. В случае изменения передних фронтов импульсов, например dTE1 и dTE2, тепловую помеху можно уменьшать более эффективно, производя компенсацию записи таким образом, чтобы количество классов для компенсации записи в отношении длины последующего пробела было больше количества классов для компенсации записи в отношении длины предшествующего пробела. Кроме того, благодаря уменьшению количества классов

длины предшествующего пробела, можно уменьшить полное количество классов в таблице компенсации записи. Таким образом, можно избежать усложнения LSI и можно сократить усилия по обучению в процессе обучения записи.

5 Благодаря организации классификации для длины пробела для пробела с последующей интересующей меткой и длины пробела для пробела с предшествующей интересующей меткой посредством комбинации двух классов, “длина наиболее короткого пробела (n)” и “длина пробела, превышающая длину наиболее короткого пробела (n+1 или длиннее)”, можно более эффективно уменьшать тепловую помеху. 10 Если пробел с предшествующей интересующей меткой или с последующей интересующей меткой является пробелом, длина которого равна длине наиболее короткого пробела (n), метка, предшествующая интересующей метке или следующая за ней, располагается ближе, из-за чего интересующая метка особенно подвержена воздействию тепла из предшествующей или последующей метки. Ввиду этого 15 классификация организована посредством комбинации двух классов, “длина наиболее короткого пробела (n)” и “длина пробела, превышающая длину наиболее короткого пробела (n+1 или длиннее)”, и разные величины регулировки предусмотрены в случае “длины наиболее короткого пробела (n)” и в случае “длины пробела, превышающей 20 длину наиболее короткого пробела (n+1 или длиннее)”, благодаря чему возможна более точная регулировка в случае длины наиболее короткого пробела (n). В результате можно более эффективно уменьшить тепловую помеху.

Краткое описание чертежей

25 Фиг. 1 - схема, демонстрирующая полную конфигурацию оптического устройства записи/воспроизведения информации согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 2 - схема, демонстрирующая конфигурацию оптического носителя записи информации согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

30 Фиг. 3 - временная диаграмма, касающаяся способа записи согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 4 - временная диаграмма, демонстрирующая соотношение между длинами меток и формами волны серии импульсов записи согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

35 Фиг. 5 - другая временная диаграмма, демонстрирующая соотношение между длинами меток и формами волны серии импульсов записи согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

40 Фиг. 6 - график, демонстрирующий соотношение между OTF и пространственной частотой в оптической системе согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 7 - схема, демонстрирующая соотношение между диаметром лазерного пятна и записанными метками согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

45 Фиг. 8 - логическая блок-схема способа оптической записи согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 9 - схема, демонстрирующая пример управления серией импульсов записи согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

50 Фиг. 10 - примеры значений, заданных для условий импульса записи согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 11 - схема, демонстрирующая другой пример управления серией импульсов записи согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 12 - примеры значений, заданных для условий импульса записи согласно

варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 13 - примеры значений, заданных для условий импульса записи согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

5 Фиг. 14 - схема, демонстрирующая правила перехода между состояниями, которые задаются кодом записи RLL(1,7) и способом выравнивания PR(1,2,2,2,1).

Фиг. 15 - решетчатая диаграмма, которая соответствует правилам перехода между состояниями согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

10 Фиг. 16 - график, демонстрирующий иллюстративную идеальную форму волны выравнивания PR, представленную в таблице 1 согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 17 - график, демонстрирующий иллюстративную идеальную форму волны выравнивания PR, представленную в таблице 2 согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

15 Фиг. 18 - график, демонстрирующий иллюстративную идеальную форму волны выравнивания PR, представленную в таблице 3 согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

20 Фиг. 19 - примеры значений, заданных для условий импульса записи согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 20 - схема, демонстрирующая иллюстративную идеальную форму волны выравнивания PR, представленную в таблице 1, и соотношение между формой волны и записанной меткой согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

25 Фиг. 21 - схема, демонстрирующая иллюстративную идеальную форму волны выравнивания PR, представленную в таблице 2, и соотношение между формой волны и записанной меткой согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

30 Фиг. 22 - схема, демонстрирующая иллюстративную идеальную форму волны выравнивания PR, представленную в таблице 3, и соотношение между формой волны и записанной меткой согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 23 - схема, демонстрирующая иллюстративный результат сравнения ошибочного участка с правильным шаблоном согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

35 Фиг. 24 - логическая блок-схема, демонстрирующая процедуру оптимизации условий импульса записи для оптического носителя записи информации согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 25 - схема, демонстрирующая полную структуру устройства экспонирования для изготовления мастера согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

40 Фиг. 26 - схема, демонстрирующая конфигурацию слоев трехслойного оптического дискового носителя.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Варианты осуществления настоящего изобретения описаны ниже со ссылкой на сопровождающие чертежи. Варианты осуществления описаны на примере 45 оптического дискового носителя однократной записи на основе фазового перехода (в особенности, BD-R (диска Blu-ray однократной записи)), используемого в качестве носителя записи. Заметим, что это не означает, что носитель записи ограничен каким-либо конкретным типом. Тип носителя записи не предусматривает ограничения, при 50 условии, что это тип, в котором информация записывается путем инъекции энергии в носитель записи для формирования меток или ямок, отличающихся своими физическими свойствами от незаписанной части. Например, описанные здесь техники одинаково применимы к перезаписываемым оптическим дисковым носителям

(например, BD-RE (перезаписываемым диском Blu-ray)). Описанные здесь техники одинаково применимы к записи в режиме нагрева на покрытиях из неорганического резиста, как в случае устройства экспонирования для изготовления мастера, именуемого устройством РТМ (мастеринга путем фазовых переходов), которое

применяется для изготовления диска только для чтения, состоящего из подложки с ямками вогнутости/выпуклости и сформированной на ней отражающей пленки.

Примеры основных оптических условий и конфигурации диска, применяемых в способе записи, отвечающем настоящему изобретению, таковы:

свет лазера: длина волны в диапазоне от 400 нм до 410 нм, например, 405 нм;

объектив: NA в диапазоне от 0,84 до 0,86, например, NA=0,85;

шаг дорожки: 0,32 мкм; толщина покровного слоя, на который падает свет лазера: от 50 мкм до 110 мкм; длина наиболее короткой метки оптического дискового носителя (2T): от 0,111 мкм до 0,124 мкм, например, 0,111 мкм (это также применимо к наиболее короткому пробелу); и

способ модуляции для модуляции данных, которые подлежат записи: модуляция 17PP.

В случае записи с линейной плотностью, при которой вышеупомянутая длина наиболее короткой метки равна 0,111 мкм, емкость на слой записи данных оптического дискового носителя диаметром 12 см составляет примерно 33,4 ГБ. Применительно к 3-слойному диску, полная емкость диска составляет примерно 100 ГБ. Применительно к 4-слойному диску, полная емкость диска составляет примерно 134 ГБ. Нижеприведенное описание основано на предположении о том, что длина наиболее короткой метки равна 0,111 мкм. Строго говоря, это значение равно 0,11175 мкм, что составляет 3/4 длины наиболее короткой метки для BD, 0,1490 мкм. Заметим, что концепция настоящего изобретения не ограничивается этим значением.

В случае записи с линейной плотностью, при которой длина наиболее короткой метки равна 0,116 мкм, емкость на слой записи данных оптического дискового носителя диаметром 12 см составляет примерно 32 ГБ. Применительно к 3-слойному диску, полная емкость диска составляет примерно 96 ГБ. Применительно к 4-слойному диску, полная емкость диска составляет примерно 128 ГБ.

В тех же условиях, когда длина наиболее короткой метки равна 0,124 мкм, емкость на слой записи данных составляет 30 ГБ. Применительно к 3-слойному диску, полная емкость диска составляет примерно 90 ГБ. Применительно к 4-слойному диску, полная емкость диска составляет примерно 120 ГБ.

Предполагается, что скорость записи, например, вдвое больше, чем у BD с канальной частотой 132 МГц ($T_w=7,58$ нс).

На фиг. 1 показан пример полной конфигурации оптического устройства записи/воспроизведения, отвечающего настоящему изобретению. Оптическое устройство записи/воспроизведения включает в себя светоизлучающий блок 102, блок предварительного усиления 103, блок 105 выравнивания формы волны, блок 108 обработки PRML, блок 109 обнаружения сдвига, блок 110 вычисления условия импульса записи, блок 111 генерации шаблона записи, блок 112 компенсации записи и блок 113 возбуждения лазера. Функции соответствующих компонентов описаны применительно к процессу воспроизведения и процессу записи оптического устройства записи/воспроизведения, которые будут описаны ниже.

Заметим, что на фиг. 1 показан оптический дисковый носитель 101, который является оптическим носителем записи информации, хотя оптический дисковый

носитель 101 может не входить в состав оптического устройства записи/воспроизведения.

На фиг. 2 показана структура данных оптического дискового носителя 101. Оптический дисковый носитель 101 включает в себя, от внешнего периметра к внутреннему периметру, область 1001 данных, область 1002 обучения условиям записи для обучения условиям записи и область 1003 хранения начального значения на внутренней стороне области обучения условиям записи.

Область 1001 данных - это область, используемая пользователем для фактического хранения данных на оптическом дисковом носителе. Область 1002 обучения условиям записи - это область, используемая для пробной записи, которая осуществляется до фактической записи данных в пользовательской области для коррекции ошибок в мощности записи и условий импульса записи, вызванных запуском или изменением температуры. Область 1003 хранения начального значения - это область только для чтения, которая содержит информацию, заранее заданную для каждого диска, например, рекомендованные значения мощности записи, рекомендованные значения для условий импульса записи, линейная скорость записи, ID диска и т.д. Эти элементы информации записываются в виде формованной структуры на подложке диска с использованием, например, направлений вобуляции дорожки в качестве единицы записи.

Далее описан процесс воспроизведения данных с оптического дискового носителя 101.

Светоизлучающий блок 102 представляет собой, например, оптическую головку, включающую в себя лазерный диод (ЛД), который выполнен с возможностью излучения светового пучка на оптический дисковый носитель 101.

Оптическая головка излучает световой пучок, выводимый из лазерного диода на поверхность оптического дискового носителя и принимает отраженный свет.

Отраженный свет преобразуется фотодетектором в электрический сигнал, который является аналоговым сигналом воспроизведения. Аналоговый сигнал воспроизведения преобразуется в цифровой сигнал блоком предварительного усиления 103, блоком АРУ 104, блоком 105 выравнивания формы волны и блоком 106 А/Ц преобразования. Цифровой сигнал дискретизируется блоком 107 ФАПЧ (фазовой автоподстройки частоты) в циклах тактового сигнала. Цифровой сигнал поступает на блок 108 обработки PRML (максимального правдоподобия при неполном отклике). Блок 108 обработки PRML включает в себя блок декодирования по схеме максимального правдоподобия, например, блок декодирования Витерби, который выполнен с возможностью декодирования цифрового сигнала по схеме максимального правдоподобия для генерации двоичного сигнала, который представляет результат декодирования по схеме максимального правдоподобия. Двоичный сигнал поступает на блок 109 обнаружения сдвига.

Ниже описан процесс записи данных на оптическом дисковом носителе. В операции записи блок 111 генерации шаблона записи выводит произвольную кодовую последовательность в форме сигнала NRZI (без возвращения к нулю с инверсией). Блок 110 вычисления условия импульса записи устанавливает условия импульса записи на блоке 112 компенсации записи согласно результату вычисления. Блок 113 возбуждения лазера возбуждает лазерный диод, предусмотренный внутри светоизлучающего блока 102, согласно сигналу серии импульсов записи, который преобразуется на основании сигнала NRZI в данные записи в желаемых позициях на оптическом дисковом носителе путем изменения мощности записи света лазера.

На фиг. 3(a)-(f) показаны диаграммы, иллюстрирующие метки и пробелы последовательности кода записи, и операцию генерации серии импульсов записи для записи меток и пробелов в этом оптическом устройстве записи/воспроизведения. На фиг. 3(a) показана форма волны опорного временного сигнала 1201, который служит эталоном времени для операции записи. Опорный временной сигнал 1201 является импульсным тактовым сигналом с периодом T_w . На фиг. 3(b) показан сигнал NRZI (без возвращения к нулю с инверсией), который представляет собой последовательность кода записи, сгенерированную блоком 111 генерации шаблона записи. Здесь T_w - это ширина окна обнаружения, которая является минимальной единицей изменений длины метки и длины пробела в NRZI 1202.

На фиг. 3(c) показано изображение меток и пробелов, фактически записанных на оптическом дисковом носителе. Пятно света лазера сканирует метки и пробелы, показанные на фиг. 3(c) слева направо. Например, метка 1207 соответствует уровню "1" в сигнале NRZI 1202 на взаимно-однозначной основе и формируется так, что ее длина пропорциональна этому периоду.

На фиг. 3(d) показан счетный сигнал 1204. Счетный сигнал 1204 отсчитывает время от передних концов метки 1207 и пробела 1208 в единицах T_w .

На фиг. 3(e) показана диаграмма сигнала классификации 1205 на блоке 110 вычисления условия импульса записи. В этом примере кодированные данные классифицируются согласно комбинации пяти значений, включающих в себя длину метки каждой метки, длины пробелов для пробелов с предшествующей и последующей меткой и длины меток для меток с предшествующим пробелом и последующим пробелом. Здесь кодированные данные означают данные записи, закодированные комбинацией меток и пробелов. Что касается классификации, например, "3-4-5-2-6" на фиг. 3(e) означает, что: метка с длиной серии $5T_w$ имеет предшествующий пробел $4T_w$; существует метка с длиной серии $3T_w$ с предшествующим пробелом $4T_w$; метка с длиной серии $5T_w$ имеет последующий пробел $2T_w$; и существует метка с длиной серии $6T_w$ с предшествующим пробелом $2T_w$. Заметим, что T_w иногда кратко обозначается "T", например, "2T", "3T". Длина пробела иногда идентифицируется суффиксом "s", например, "4Ts". Длина метки иногда идентифицируется суффиксом "m", например, "2Tm".

На фиг. 3(f) показана форма волны импульсного сигнала записи, который соответствует сигналу NRZI 1202, показанному на фиг. 3(b). Эта форма волны является примером фактически записанной оптической формы волны. Импульсный сигнал записи 1206 генерируется на основании счетного сигнала 1204, сигнала NRZI 1202, сигнала классификации 1205 и данных таблицы компенсации записи, выводимых из блока 110 вычисления условия импульса записи.

Заметим, что, в этом варианте осуществления, сигнал классификации, показанный на фиг. 3(e), классифицируется согласно комбинации пяти значений, включающих в себя длину метки каждой метки, длины пробелов для пробелов с предшествующей и последующей меткой и длины меток для меток с предшествующим пробелом и последующим пробелом. Однако, в примере, который будет описан ниже, классификацию можно организовать посредством комбинации трех или четырех из пяти значений, включающих в себя длину метки каждой метки, длины пробелов, непосредственно предшествующих метке и следующих за ней, и длины меток для меток с предшествующим пробелом и последующим пробелом.

Теперь опишем способ компенсации записи в оптическом устройстве записи/воспроизведения согласно настоящему варианту осуществления. На фиг. 4(a)-

(f) показаны диаграммы, в целом демонстрирующие соотношение между длиной метки и формой волны импульсного сигнала записи 1206. На фиг. 4(a) показана форма волны опорного временного сигнала 1201, который служит эталоном времени в операции записи. Как описано ранее, период опорного временного сигнала 1201 равен T_w . На фиг. 4(b) показан счетный сигнал 1204, который генерируется счетчиком. Счетный сигнал 1204 отсчитывает время от переднего конца метки в единицах эталонного времени T_w . Моменты времени, когда счетный сигнал переходит в 0, соответствуют передним концам меток или пробелов.

На фиг. 4(c)-(f) показаны примеры формы волны импульсного сигнала записи 1206 при формировании меток записи. Уровень импульсного сигнала записи 1206 модулируется между тремя значениями, пиковой мощностью (P_w), которая является наивысшим уровнем, мощностью пробела (P_s), которая является уровнем для облучения пробельных интервалов, и нижним уровнем мощности (P_b), который является самым низким уровнем. После импульса заднего конца, импульс охлаждения формируется на нижнем уровне мощности.

На фиг. 4(c)-(f) вертикальная ось представляет уровень мощности во время лазерного излучения, и горизонтальная ось представляет время.

Заметим, что, хотя в этом примере уровень мощности модулируется между тремя значениями, уровень мощности охлаждения (P_c), который берется для импульса охлаждения, который следует за импульсом заднего конца, и нижний уровень мощности (P_b) для промежуточного импульса могут иметь разные уровни, благодаря чему уровень мощности можно модулировать между всего четырьмя значениями. Нижний уровень мощности может находиться между уровнем мощности пробела и пиковым уровнем мощности, хотя на фиг. 4 нижний уровень мощности ниже уровня мощности пробела. Хотя в случае оптического дискового носителя однократной записи уровень мощности для облучения пробельных интервалов именуется “мощностью пробела”, уровень мощности иногда именуется “мощностью стирания (P_c)”, поскольку стирание ранее записанных меток на перезаписываемом оптическом дисковом носителе посредством пробелов реализуется путем стирания записанных меток с использованием мощности для пробельных интервалов.

На фиг. 4(c)-(f), импульсный сигнал записи для метки $4T_w$ включает в себя один промежуточный импульс. Однако, поскольку длина метки (длина кода) возрастает в единицах $1T_w$, например, $5T_w$, $6T_w$ и т.д., количество промежуточных импульсов соответственно увеличивается на единицу.

Импульс, который включает в себя $N-1$ импульсов пикового уровня мощности, как показано в порядке примера на фиг. 4, используется для записи метки с длиной метки N . Такой импульс именуется импульсом записи типа $N-1$. Однако можно использовать импульс типа $N-2$, импульс типа $N/2$, так называемый импульс записи типа крепостной стены, который включает в себя промежуточный уровень мощности между двумя пиковыми уровнями мощности, или так называемый импульс записи L -типа, в котором второй пиковый уровень мощности типа крепостной стены равен промежуточному уровню мощности. Как и следовало ожидать, представленное ниже описание применимо к этим случаям.

Теперь опишем пример импульса записи L -типа. На фиг. 5(a)-(f) показаны диаграммы, в целом демонстрирующие соотношение между длиной метки и формой волны импульсного сигнала записи 1206. На фиг. 5(a) показана форма волны опорного временного сигнала 1201, который служит эталоном времени в операции записи. Период опорного временного сигнала 1201 равен T_w . На фиг. 5(b) показан

счетный сигнал 1204, который генерируется счетчиком. Счетный сигнал 1204 отсчитывает время от переднего конца метки в единицах эталонного времени T_w . Моменты времени, когда счетный сигнал переходит в 0, соответствуют передним концам меток или пробелов.

5 На фиг. 5(с)-(f) показаны примеры формы волны импульсного сигнала записи 1206 при формировании меток записи. Уровень импульсного сигнала записи 1206 модулируется между четырьмя значениями, пиковой мощностью (P_w), которая является наивысшим уровнем, промежуточной мощностью (P_m), которая является
10 промежуточным уровнем мощности, мощностью пробела (P_s), которая является уровнем для облучения пробельных интервалов, и уровнем мощности охлаждения (P_c), который является самым низким уровнем.

Промежуточный уровень мощности может быть ниже уровня мощности пробела, хотя он выше уровня мощности пробела на фиг. 5. Хотя в случае оптического
15 дискового носителя однократной записи уровень мощности для облучения пробельных интервалов именуется “мощностью пробела”, уровень мощности иногда именуется “мощностью стирания (P_e)”, поскольку стирание ранее записанных меток на перезаписываемом оптическом дисковом носителе посредством пробелов
20 реализуется путем стирания записанных меток с использованием мощности для пробельных интервалов.

Адаптивная компенсация записи, отвечающая настоящему изобретению, использует таблицу компенсации записи, в которой каждая метка классифицируется согласно
25 комбинации: длины метки для интересующей метки, для которой генерируется серия импульсов записи; и длин пробелов с предшествующей интересующей меткой и последующей интересующей метки; и/или длин меток, непосредственно следующих за пробелами и предшествующих им. Генерируется импульсный сигнал записи, в котором позиция фронта первого или второго импульса, отсчитываемая от конца
30 серии импульсов записи для записи каждой метки изменяется согласно результату классификации на величину изменения фронта dT_{F1} , dT_{F2} и/или dT_{E1} , dT_{E2} . Таким образом, можно точно управлять позицией переднего конца или позицией заднего конца метки при формировании метки на оптическом дисковом носителе для записи
35 информации. Таким образом, позицией переднего конца или позицией заднего конца метки можно более точно управлять с учетом оптической межсимвольной помехи и тепловой помехи по сравнению с традиционным способом классификации, где каждая метка классифицируется только согласно длине метки и длине пробела с последующей меткой в отношении края переднего конца и согласно длине метки и длине пробела с
40 предшествующей меткой в отношении края заднего конца.

В частности, классификация в таблице компенсации записи организована так, что, если интересующая метка имеет длину $2T$ (наиболее короткая метка), и длина пробела с последующей интересующей меткой равна $2T$ (наиболее короткий пробел),
45 интересующая метка дополнительно классифицируется согласно длине метки, которая непосредственно предшествует непосредственно предшествующему пробелу. Генерируется импульсный сигнал записи, в котором позиция фронта первого, второго или третьего импульса, отсчитываемая от конца серии импульсов записи для записи каждой метки, изменяется согласно результату классификации на величину изменения
50 фронта dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{F3} и/или dT_{E1} , dT_{E2} , dT_{E3} . Это более эффективно при точном управлении позицией переднего конца или позицией заднего конца метки при формировании метки на оптическом дисковом носителе для записи информации.

Аналогично, классификация в таблице компенсации записи организована так, что,

если интересующая метка имеет длину $2T$ (наиболее короткая метка) и длина пробела с предшествующей меткой равна $2T$ (наиболее короткий пробел), интересующая метка дополнительно классифицируется согласно длине метки, которая непосредственно следует за пробелом. Генерируется импульсный сигнал записи, в котором позиция фронта первого, второго или третьего импульса, отсчитываемая от конца серии импульсов записи для записи метки, изменяется согласно результату классификации на величину изменения фронта dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{F3} и/или dT_{E1} , dT_{E2} , dT_{E3} . Это более эффективно при точном управлении позицией переднего конца или позицией заднего конца метки при формировании метки на оптическом дисковом носителе для записи информации.

Как описано ранее, в случае, когда последовательно возникают наиболее короткая метка ($2T$) и наиболее короткий пробел ($2T$), компенсация записи производится посредством классификации по длинам предшествующих и последующих меток на классы “длина наиболее короткой метки ($2T$)” и “длиннее $2T$ ”, что позволяет уменьшить количество классов для компенсации записи. Кроме того, оптическую межсимвольную помеху и тепловую помеху можно эффективно удалять, не усложняя конфигурацию LSI. Заметим что, в случае, когда последовательно возникают наиболее короткая метка $2T$ и наиболее короткий пробел $2T$, компенсацию записи можно производить с учетом по меньшей мере одной из длины метки для метки, которая предшествует предшествующему пробелу, и длины метки для метки, которая следует за последующим пробелом.

Устройство записи/воспроизведения, отвечающее настоящему изобретению, использует оптическую головку, которая включает в себя полупроводниковый лазер с длиной волны лазера 405 нм и объективом с $NA=0,85$, и в которой мощность лазера для воспроизведения задана равной 1 мВт. Конфигурация диска предусматривает 3-слойный оптический дисковый носитель, включающий в себя три слоя записи данных, отсчитываемые от излучающей стороны лазера, соответствующие из которых выполнены с возможностью записи и воспроизведения информации. Таким образом, в случае, когда эффективный диаметр пятна лазера при воспроизведении равен диаметру области, равный $1/e^2$ пиковой интенсивности гауссова пучка, эффективный диаметр пятна выражается как $0,82 \times (\lambda/NA)$, что составляет примерно 0,39 мкм. Таким образом, в такой оптической системе, метки записи, включающие в себя наиболее короткие метки длиной 0,111 мкм, находятся за пределом оптического разрешения, при котором оптическое пятно способно идентифицировать метки.

Амплитуда сигнала воспроизведения сигнала, воспроизводимого из записанной метки с использованием светового пучка, уменьшается по мере уменьшения длины записанной метки и достигает 0 на пределе оптического разрешения. Величиной, обратной этой длине записанной метки, является пространственная частота.

Соотношение между пространственной частотой и амплитудой сигнала именуется OTF (оптической передаточной функцией). Амплитуда сигнала линейно уменьшается с увеличением пространственной частоты. Предел, при котором амплитуда сигнала достигает 0, именуется частотой отсечки OTF. Соотношение между OTF и пространственной частотой в вышеописанной оптической системе проиллюстрировано на фиг. 6. В случае вышеописанной оптической системы, цикл отсечки OTF вычисляется из длины волны λ и NA объектива, а именно $\lambda/NA \times 0,5$. В частности, когда $\lambda=405$ нм и $NA=0,85$, цикл отсечки равен 0,237 мкм. Длина наиболее короткой метки равна половине цикла отсечки, т.е. 0,1185 мкм. Когда длина наиболее короткой метки равна 0,111 мкм или 0,116 мкм, записанные метки, пространственная

частота которых выше частоты отсечки, включаются, где метки можно оптически воспроизводить до частоты отсечки. Таким образом, воспроизведение и запись затруднены. Предел частоты отсечки изменяется вследствие вариаций в оптической головке, деформации метки записи, формы метки и т.д. С учетом других условий, помимо конкретных численных значений согласно настоящему варианту осуществления ($\lambda=405$ нм, $NA=0,85$), при которых достигается максимальный размер пятна, например, длины волны лазера 410 нм, NA объектива = 0,84, и ошибки 5% вследствие вышеописанных вариаций, $1/2$ цикла отсечки OTF равна $\lambda/NA \times 0,26 = 0,128$ мкм. Таким образом, при записи или воспроизведении метки, для которой длина наиболее короткой метки составляет примерно 0,128 мкм или менее, оптической межсимвольной помехой нельзя пренебрегать.

На фиг. 7(a) и (b) показаны схемы, демонстрирующие соотношение между эффективным диаметром пятна светового пучка и физическим размером записанных меток. На фиг. 7(a) и (b) лазерное пятно 501 - это пятно света, сфокусированного на поверхности диска оптического дискового носителя. Пятно имеет форму гауссова пучка диаметром 0,39 мкм. На фиг. 7(a) и (b) также показаны записанные метки 502, 503, 504, 505, 506 и 507, которые имеют разные длины. На фиг. 7(a) представлено соотношение между записанными метками, для которых длина наиболее короткой метки (2T) равна 0,111 мкм, и пробелами. На фиг. 7(b) представлено соотношение между записанными метками, для которых длина наиболее короткой метки (2T) равна 0,149 мкм, и пробелами. Применительно к BD диаметром 12 см, пример, показанный на фиг. 7(a), эквивалентен емкости 33,4 ГБ, и пример, показанный на фиг. 7(b), эквивалентен емкости 25 ГБ.

Когда лазерное пятно проходит через метку 2T, эффективный диаметр пятна светового пучка при плотности записи, показанной на фиг. 7(a) (эквивалентной 33,4 ГБ) эквивалентен приблизительно 7T. В случае, когда данные воспроизводятся из пробела 2T с последующей меткой 2T, и в случае, когда длина метки, которая непосредственно предшествует непосредственно предшествующему пробелу, равна 2T или 3T или длиннее, левосторонняя часть пятна светового пучка перекрывается с непосредственно предшествующей меткой, из-за чего на сигнал воспроизведения оказывает влияние непосредственно предшествующая метка, что приводит к возникновению оптической межсимвольной помехи. С другой стороны, при воспроизведении из той же метки 2T, в случае, когда непосредственно предшествующий пробел имеет длину 2T, плотность записи, показанная на фиг. 7(b) (эквивалентная 25 ГБ), приводит к появлению только оптической межсимвольной помехи, которая зависит от длин пробелов для непосредственно предшествующих и последующих пробелов. Причина в том, что непосредственно предшествующая метка выходит за пределы эффективного диаметра пятна светового пучка лазерного пятна, и поэтому сигнал воспроизведения не подвергается влиянию предшествующей метки. Кроме того, при воспроизведении из метки 2T происходит то же явление, когда непосредственно последующий пробел является пробелом 2T.

По вышеописанным причинам, в случае записи высокой плотности, когда линейная плотность меток записи больше или равна определенному значению, которое определено согласно соотношению между диаметром пятна светового пучка и длиной наиболее короткой метки, расширенная адаптивная компенсация записи, где компенсация записи производится согласно не только длинам пробелов, непосредственно предшествующих интересующей метке и следующих за ней, но и длинам меток, непосредственно предшествующих пробелам и следующих за ними (это

расширенный вариант традиционной адаптивной компенсации записи, где фронты импульсов импульса записи подвергаются адаптивной компенсации согласно длине метки и длине пробела по отдельности), производится таким образом, что можно компенсировать не только тепловую помеху, которая может оказывать негативное влияние на запись высокой плотности, но и оптическую межсимвольную помеху. Однако в случае, когда расширенная адаптивная компенсация записи производится согласно комбинациям длин не только непосредственно предшествующих и последующих пробелов, но и предшествующих и последующих меток, количество классов для компенсации записи очень велико, и, соответственно, процесс вычисления условий компенсации записи занимает много времени. Кроме того, существуют другие недостатки, например, более сложная конфигурация LSI.

Согласно способу расширенной компенсации записи для оптических дисковых носителей согласно настоящему изобретению, расширенная компенсация записи производится согласно длине метки непосредственно предшествующих и/или непосредственно последующих меток только когда интервал метки, который определяется согласно соотношению между диаметром лазерного пятна и длиной наиболее короткой метки, больше или равен заданному значению. В частности, в случае, когда длина наиболее короткой метки равна 0,111 мкм, компенсация записи интересующей метки предусмотрена только когда длина пробела для пробела, который непосредственно предшествует интересующей метке или следует за ней, равна $2T$, и значения компенсации записи изменяются в зависимости от того, равна ли длина непосредственно предшествующей и/или непосредственно последующей метки “ $2T$ ” или “ $3T$ или длиннее”. Эта организация способствует уменьшению количества классов для компенсации записи и эффективному удалению оптической межсимвольной помехи.

Некоторые типы оптических дисковых носителей испытывают большое влияние тепловой помехи вследствие переноса тепла от непосредственно предшествующей метки. В случае, когда расширенная компенсация записи применяется к оптическому дисковому носителю, в котором такая тепловая помеха от предшествующей метки велика, классификацию в таблице компенсации записи можно организовать по длинам непосредственно предшествующих и последующих пробелов, и длине метки, которая предшествует непосредственно предшествующему пробелу. Таким образом, классификация организована без учета длины метки последующей метки, благодаря чему количество классов для компенсации записи можно уменьшить. Таким образом, можно упростить LSI и можно эффективно удалять тепловую помеху.

Когда тепловая помеха от непосредственно предшествующей или последующей метки мала, классификацию в таблице компенсации записи можно организовать по длинам пробелов, непосредственно предшествующих интересующей метке и следующим за ней, а также по длине метки для предшествующей или последующей метки. Например, край переднего конца серии импульсов записи можно классифицировать согласно длине интересующей метки и длинам пробелов, непосредственно предшествующих и следующих за интересующей меткой. Край заднего конца серии импульсов записи можно классифицировать согласно длине интересующей метки и длинам пробелов, непосредственно предшествующих и следующих за интересующей меткой.

В этой процедуре классификации, классификация по длине пробела для пробела с последующей интересующей меткой и по длине пробела для пробела с предшествующей интересующей меткой организована посредством комбинации по

меньшей мере двух классов, “длина наиболее короткого пробела (n)” и “длина пробела, превышающая длину наиболее короткого пробела (n+1 или длиннее)”, благодаря чему можно более эффективно уменьшить тепловую помеху. Когда длина пробела для пробела с предшествующей или последующей интересующей меткой
 5 равна наименьшей длине (n), интервал между интересующей меткой и предшествующей или последующей меткой, соседствующей с интересующей меткой, с пробелом, расположенным между ними, уменьшается. Соответственно, интересующая метка оказывается более подверженной воздействию тепла, выделяющегося при
 10 формировании соседней метки, которая предшествует интересующей метке или следует за ней. Ввиду этого, классификация организована посредством комбинации по меньшей мере двух классов, “длина наиболее короткого пробела (n)” и “длина пробела, превышающая длину наиболее короткого пробела (n+1 или длиннее)”, и
 15 разные величины регулировки предусмотрены в случае длины наиболее короткого пробела (n) и в случае длины пробела, превышающей длину наиболее короткого пробела (n+1 или длиннее). В случае длины наиболее короткого пробела (n), регулировка осуществляется так, что возможна более точная регулировка, и поэтому, можно более эффективно уменьшить тепловую помеху. Согласно любому способу
 20 классификации, количество классов для компенсации записи можно сократить, благодаря чему можно упростить LSI и можно эффективно удалять тепловую помеху.

Ниже, способ расширенной компенсации записи в рамках способа оптической записи согласно настоящему варианту осуществления описан со ссылкой на логическую блок-схему, показанную на фиг. 8.

25 (a) Прежде всего, данные записи кодируются для генерации кодированных данных, которые являются комбинацией меток и пробелов (S01). Эти кодированные данные соответствует сигналу NRZI 1202 на диаграмме (b), показанной на фиг. 3.

(b) Что касается метки, метка классифицируется согласно комбинации длины метки,
 30 длин пробелов, которые непосредственно предшествуют метке и следуют за ней, и длин меток с предшествующим пробелом и последующим пробелом (S02). На диаграмме (e), показанной на фиг. 3, метка 2T представляет собой “X-2-2-3-3”, метка 3T представляет собой “2-3-3-4-5”, метка 5T представляет собой “3-4-5-2-6”, и метка 6T представляет собой “5-2-6-2-X”. Здесь, X представляет код, лежащий вне
 35 диаграммы, и фактически является числовым символом, классифицированным согласно кодовой последовательности. Значения выравниваются в порядке “длина предшествующей метки”, “длина предшествующего пробела”, “длина метки интересующей метки при компенсации записи”, “длина последующего пробела” и
 40 “длина последующей метки”.

(c) Позиция фронта первого и/или второго импульса, отсчитываемая от конца серии импульсов записи, для формирования метки изменяется согласно результату классификации, что позволяет управлять серией импульсов записи (S03). Например, на
 45 диаграммах (c)-(f), показанных на фиг. 4, позиция фронта первого и/или второго импульса, отсчитываемая от переднего конца, сдвигается на величину изменения фронта dT_{F1} и/или dT_{F2} . Кроме того, позиция фронта первого и/или второго импульса, отсчитываемая от заднего конца, изменяется на величину изменения фронта dT_{E1}
 и/или dT_{E2} .

50 (d) Оптический дисковый носитель облучается серией импульсов записи, в результате чего формируется метка (S04).

На фиг. 9(a)-(d) показаны диаграммы, в целом, иллюстрирующие запись метки 601 с длиной метки 2T в условиях, когда позиции фронтов первого и второго импульсов,

отсчитываемые от переднего конца серии импульсов записи, изменяются на величины изменения фронта dT_{F1} и dT_{F2} . На фиг. 9(a) показана форма волны опорного временного сигнала 1201, который служит эталоном времени для операции записи. На фиг. 9(b) показан счетный сигнал 1204, сгенерированный счетчиком. На фиг. 9(c) показана форма волны импульсного сигнала записи 1206. В импульсном сигнале записи 1206, позиции фронтов первого и второго импульсов, отсчитываемые от переднего конца изменяются на величины изменения фронта dT_{F1} и dT_{F2} . На фиг. 9(d) показано изображение метки 601 с длиной метки $2T$, которая записывается посредством серии импульсов записи, показанной на фиг. 9(c). Позицией переднего конца метки 601 можно точно управлять с использованием серии импульсов записи.

Величины изменения фронта dT_{F1} и dT_{F2} задаются на основании результата классификации в любой из множества заданных классов согласно длине метки для метки, которая подлежит записи, длинам предшествующих и последующих пробелов и длинам меток, которые предшествуют предшествующим и последующим пробелам и следуют за ними, как указано в таблицах классификации, представленных на фиг. 10(a) и фиг. 10(c). На фиг. 10(a) показаны величины перемещения dT_{F1} , dT_{F2} и dT_{F3} серии импульсов записи. Например, "M3224" в таблице задает перемещение фронта, которое представляет величину перемещения фронта импульса записи при записи метки $2T$ в условиях, когда длина пробела с предшествующей меткой $2T$ равна $4T$, длина пробела с последующей меткой $2T$ равна $2T$, и длина метки с последующим пробелом равна $3T$ или длиннее. Здесь, в порядке примера, отличного от значений показанной таблицы, значения dT_{F1} , dT_{F2} и dT_{F3} могут отличаться. На фиг. 10(b) показаны величины перемещения dT_{F1} , dT_{F2} и dT_{F3} серии импульсов записи. Например, "S4223" в таблице задает перемещение фронта, которое представляет величину перемещения фронта импульса записи при записи метки $2T$ в условиях, когда длина пробела с последующей меткой $2T$ равна $4T$, длина пробела с предшествующей меткой $2T$ равна $2T$, и длина метки, которая следует за последующим пробелом, равна $3T$ или длиннее. Здесь, в порядке примера, отличного от значений показанной таблицы, значения dT_{F1} , dT_{F2} и dT_{F3} могут отличаться.

На фиг. 10(c) показаны величины перемещения dT_{F1} , dT_{F2} и dT_{F3} серии импульсов записи. Например, "M32222" в таблице задает перемещение фронта. В частности, оно представляет величину перемещения фронта импульса записи при записи метки $2T$ в условиях, когда длина пробела с предшествующей меткой $2T$ равна $2T$, длина метки, которая непосредственно следует за последующим пробелом, равна $2T$, длина пробела с последующей меткой $2T$ равна $2T$, и длина метки, которая непосредственно предшествует предшествующему пробелу, равна $3T$ или длиннее. Здесь, в порядке примера, отличного от значений показанной таблицы, значения dT_{F1} , dT_{F2} и dT_{F3} могут отличаться.

На фиг. 10(d) показаны величины перемещения dT_{F1} , dT_{F2} и dT_{F3} серии импульсов записи. Например, "S22223" в таблице задает перемещение фронта. В частности, оно представляет величину перемещения фронта импульса записи при записи метки $2T$ в условиях, когда длина пробела с последующей меткой $2T$ равна $2T$, длина метки, которая непосредственно предшествует предшествующему пробелу, равна $2T$, длина пробела с предшествующей меткой $2T$ равна $2T$, и длина метки, которая непосредственно следует за последующим пробелом, равна $3T$ или длиннее. Здесь, в порядке примера, отличного от значений показанной таблицы, значения dT_{F1} , dT_{F2} и dT_{F3} могут отличаться.

В особенности в случае, показанном на фиг. 10(c) и фиг. 10(d), классификация в

таблице компенсации записи организована так, что, если интересующая метка равна $2T$ (наиболее короткая метка), и длина пробела, непосредственно предшествующего интересующей метке или следующего за ней, равна $2T$ (наиболее короткий пробел), интересующая метка классифицируется в соответствии с тем, равна ли длина метки, которая предшествует непосредственно предшествующему или последующему пробелу или следует за ним, “ $2T$ ” или “длиннее $2T$ ”. Генерируется импульсный сигнал записи, в котором позиция фронта первого, второго или третьего импульса, отсчитываемая от конца серии импульсов записи, для записи каждой метки, изменяется, согласно результату классификации, на величину изменения фронта dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{F3} и/или dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{F3} . Использование такой организации для точного управления позицией переднего конца или позицией заднего конца метки, которая подлежит формированию на оптическом дисковом носителе при записи метки, является более эффективным.

Кроме того, классификация в таблице компенсации записи организована так, что, если интересующая метка равна $3T$ или длиннее (метка, отличающаяся от наиболее короткой метки), интересующая метка классифицируется в соответствии с тем, является ли пробел с последующей интересующей меткой пробелом $2T$ (наиболее коротким пробелом), пробелом $3T$, пробелом $4T$ или $5T$ или более длинным пробелом. Генерируется импульсный сигнал записи, в котором позиция фронта первого, второго или третьего импульса, отсчитываемая от участка переднего конца серии импульсов записи, для записи каждой метки, изменяется согласно результату классификации на величину изменения фронта dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{F3} . Использование такой организации для точного управления позицией переднего конца метки, которая подлежит формированию на оптическом дисковом носителе при записи метки, является более эффективным.

Классификация в таблице компенсации записи также организована так, что, если интересующая метка равна $3T$ или длиннее (метка, отличающаяся от наиболее короткой метки), интересующая метка классифицируется в соответствии с тем, является ли пробел с предшествующей меткой пробелом $2T$ (наиболее коротким пробелом), пробелом $3T$, пробелом $4T$ или $5T$ или более длинным пробелом. Генерируется импульсный сигнал записи, в котором позиция фронта первого, второго или третьего импульса, отсчитываемая от участка заднего конца серии импульсов записи для записи каждой метки, изменяется согласно результату классификации на величину изменения фронта dT_{F1} , dT_{F2} или dT_{F3} . Использование такой организации для точного управления позицией заднего конца метки, которая подлежит формированию на оптическом дисковом носителе при записи метки, является более эффективным.

Как описано выше, когда наиболее короткий пробел ($2T$) непосредственно предшествует наиболее короткой метке ($2T$) или следует за ней, т.е. последовательно возникают наиболее короткие интервалы ($2T$), компенсация записи производится посредством классификации по длинам предшествующих и последующих меток на классы “длина наиболее короткой метки ($2T$)” и “длиннее $2T$ ”. Таким образом, можно уменьшить количество классов при компенсации записи. Оптическую межсимвольную помеху и тепловую помеху можно эффективно удалять, не усложняя конфигурацию LSI.

Величины изменения фронта dT_{F1} и dT_{F2} задаются всего 35 классами. В частности, длина метки для метки, которая подлежит записи, имеет 4 класса, “ $2T$ ”, “ $3T$ ”, “ $4T$ ” и “ $5T$ или длиннее”, и длина предшествующего пробела имеет 4 класса, “ $2T$ ”, “ $3T$ ”, “ $4T$ ” и

“5Т или длиннее”. Кроме того, в условиях, когда предшествующий пробел является пробелом 2Т, длина метки, которая предшествует предшествующему пробелу, имеет 2 класса, “2Т” и “3Т или длиннее”. В случае метки 2Т, длина последующего пробела имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”.

Заметим, что здесь, в отношении величин краевого сдвига dT_{F1} , dT_{F2} и dT_{F3} , существует 4 класса для длины метки, 4 класса для длины предшествующего пробела, и 2 класса для длины предшествующей метки, хотя настоящее изобретение не ограничивается этим примером. Например, для длины метки может существовать 3 класса, 5 классов или более 5 классов. Для длины предшествующего пробела может существовать 2 класса, 3 класса, 5 классов или более 5 классов. Для длины предшествующей метки может существовать 3 класса.

В комбинации длин меток и пробелов в пределах одного класса, величины изменения фронта dT_{F1} и dT_{F2} могут иметь равные значения. В этом случае, длина импульса интервала пиковой мощности импульса переднего конца фиксирована. В особенности, когда запись осуществляется с помощью импульсного сигнала записи, в котором количество импульсов на пиковом уровне мощности равно единице, позицию записи метки записи можно сдвигать без изменения размера метки записи. Таким образом, можно более точно регулировать краевую позицию. Когда запись осуществляется с помощью импульсного сигнала записи, в котором количество импульсов на пиковом уровне мощности равно единице, величины изменения фронта dT_{F1} , dT_{F2} и dT_{F3} в комбинации длин меток и пробелов в пределах одного класса могут иметь равные значения, где dT_{F3} это величина изменения фронта для позиции фронта третьего импульса, отсчитываемой от переднего конца серии импульсов записи. В этом случае, серия импульсов записи записывается с передним или задним сдвигом, тогда как сама форма серии импульсов записи остается неизменной. Кроме того, импульс ширина по времени импульса охлаждения может быть фиксированной, и поэтому изменение размера или сдвиг позиции метки записи, который происходил бы согласно ширине по времени импульса охлаждения, что в особенности справедливо для перезаписываемых носителей записи, можно предотвращать. Таким образом, можно более точно регулировать краевую позицию. Эти величины изменения фронта dT_{F1} и dT_{F2} можно задавать, например, абсолютным временем, например $M2222=0,5$ нс на фиг. 10(a). Альтернативно, их можно задавать на основании опорного временного сигнала, например, в виде значения, которое является целым кратным $T_w/16$. Альтернативно, их можно задавать в виде значения, которое является целым кратным $T_w/32$.

Что касается метки 2Т, метки 3Т, метки 4Т и 5Т или более длинной метки, одно значение можно поддерживать в качестве опорного значения для dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{F3} , dT_{E1} , dT_{E2} , dT_{E3} , и значение компенсации записи, которое зависит от длины предшествующего или последующего пробела или длины предшествующей или последующей метки, можно подготавливать в качестве информации разности для вышеупомянутого опорного значения для соответствующих длин меток. При такой организации, в особенности, когда компенсация записи, которая зависит от длины предшествующего или последующего пробела или компенсация записи, которая зависит от длины предшествующей или последующей метки, не предусмотрена, считывается только опорное значение для соответствующих длин меток, но информация разности не считывается, в связи с чем, значение компенсации записи может считываться с диска на высокой скорости. Кроме того, можно экономить память устройства записи, что позволяет упростить конфигурацию LSI. Кроме того,

благодаря записи информации разности, можно уменьшить количество битов значения компенсации записи, которое подлежит записи на диск.

Как описано выше, позиция фронта первого и/или второго и/или третьего импульса, отсчитываемая от переднего конца импульсного сигнала записи, изменяется на величину изменения фронта dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{F3} , что позволяет более точно управлять позицией переднего конца метки. Кроме того, фронтом импульса можно управлять согласно не только длине метки для метки, которая подлежит записи, но и длинам предшествующих и последующих пробелов. При записи метки $2T$, когда длина предшествующего пробела равна $2T$, фронтом импульса можно управлять согласно длине предшествующей метки. Таким образом, в случае осуществления записи высокой плотности, которая выходит за пределы OTF , позицией переднего конца метки 601 можно точно управлять с учетом тепловой помехи или оптической межсимвольной помехи.

На фиг. 11(a)-(d) показаны диаграммы, в целом, иллюстрирующие запись метки 1401 с длиной метки $2T$ в условиях, когда позиции фронтов первого, второго и третьего импульсов, отсчитываемые от заднего конца серии импульсов записи, изменяются на величины изменения фронта dT_{E1} , dT_{E2} и dT_{E3} , соответственно. На фиг. 11(a) показана форма волны опорного временного сигнала 1201 , который служит эталоном времени для операции записи. На фиг. 11(b) показан счетный сигнал 1204 , сгенерированный счетчиком. На фиг. 11(c) показана форма волны импульсного сигнала записи 1406 . В счетном сигнале 1204 , позиции фронтов первого, второго и третьего импульсов, отсчитываемые от заднего конца, изменяются на величины изменения фронта dT_{F1} , dT_{F2} , и dT_{E3} . На фиг. 11(d) показано изображение метки 1401 с длиной метки $2T$, которая записывается посредством серии импульсов записи, показанной на фиг. 11(c). Показано, что позицией заднего конца метки 1401 можно точно управлять с использованием серии импульсов записи.

Величины изменения фронта dT_{E1} , dT_{E2} и dT_{E3} задаются на основании результата классификации, произведенной согласно длине метки для метки, которая подлежит записи, длинам предшествующих и последующих пробелов и длинам меток, которые предшествуют предшествующим и последующим пробелам и следуют за ними, как указано в таблицах классификации, представленных на фиг. 10(b) и фиг. 10(d).

Как описано ранее на фиг. 3, классификация в таблице компенсации записи организована так, что, если интересующая метка равна $2T$ (наиболее короткая метка), и длина пробела с последующей интересующей меткой равна $2T$ (наиболее короткий пробел), интересующая метка классифицируется согласно длине метки для метки, которая предшествует непосредственно предшествующему пробелу. Классификация в таблице компенсации записи также организована так, что, если интересующая метка равна $2T$ (наиболее короткая метка), и длина пробела с предшествующей интересующей меткой равна $2T$ (наиболее короткий пробел), интересующая метка классифицируется согласно длине метки для метки, которая следует за непосредственно последующим пробелом. Генерируется импульсный сигнал записи, в котором позиция края серии импульсов записи для записи каждой метки изменяется согласно результату классификации на величину изменения фронта dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{F3} и/или dT_{E1} , dT_{E2} , dT_{E3} . Позицией

переднего конца или позицией заднего конца метки, которая подлежит формированию на оптическом дисковом носителе, можно точно управлять при записи данных.

В частности, классификация показана на фиг. 12. Что касается dT_{F1} и dT_{F2} , при

записи метки 2Т, длины пробелов, предшествующих метке 2Т и следующих за ней, имеют 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”. В условиях, когда длина пробела, который предшествует метке 2Т или следует за ней, равна 2Т, длина метки, которая предшествует предшествующему или последующему пробелу или следует за ним, имеет два класса, “2Т” и “3Т или длиннее”. Таким образом, существует всего 25 классов (от 1 по 25). Каждый из них задается информацией размером в 1 байт. При записи метки 3Т, 4Т или 5Т или длиннее, длина предшествующего пробела имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”. Таким образом, существует всего 12 классов (с 26 по 37), и каждый из них задается информацией размером в 1 байт.

Аналогично, dT_{E1} задается так, что, при записи метки 2Т, длина последующего пробела имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”. В условиях, когда длина последующего пробела равна 2Т, длина метки, которая следует за последующим пробелом, имеет 2 класса, “2Т” и “3Т или длиннее”. Таким образом, существует всего 10 классов (с 1 по 10). Каждый из них задается информацией размером в 1 байт. При записи метки 3Т, 4Т или 5Т или длиннее, длина последующего пробела имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”. Таким образом, существует всего 12 классов (с 11 по 22). Каждый из них задается информацией размером в 1 байт.

Здесь, в отношении dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{E1} и dT_{E2} , показанных на фиг. 12, в случае стратегии записи типа N-1, показанной на фиг. 4, dT_{F1} представляет информацию о позиции роста импульса переднего конца, dT_{F2} представляет информацию о позиции спада импульса переднего конца, dT_{E1} представляет информацию о позиции роста импульса охлаждения, и dT_{E2} представляет информацию о позиции спада импульса заднего конца 3Т или более длинной метки. Аналогично, в случае стратегии записи L-типа, показанной на фиг. 5, dT_{F1} представляет позицию роста импульса переднего конца, dT_{F2} представляет позицию спада импульса переднего конца, dT_{E1} представляет позицию роста импульса охлаждения, и dT_{E2} представляет позицию спада промежуточной мощности 3Т или более длинной метки. Хотя dT_{F2} здесь задана, например, ширину импульса T_{F2} между dT_{F1} и dT_{F2} можно задавать вместо dT_{F2} . Аналогично, хотя dT_{E2} здесь задана, например, ширину импульса T_{E2} между dT_{E2} и dT_{E3} можно задавать вместо dT_{E2} .

В случае малой помехи со стороны предшествующих и последующих меток, классификацию можно упростить, как показано на фиг. 13. В частности, в отношении dT_{F1} и dT_{F2} , при записи метки 2Т, длины предшествующих и последующих пробелов имеют 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”, т.е. существует $4 \times 4 = 16$ классов (с 1 по 16), и каждый из них задается информацией размером в 1 байт. При записи метки 3Т, 4Т или 5Т или длиннее, длина предшествующего пробела имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т”, и “5Т или длиннее”, т.е. существует всего 12 классов (с 17 по 28), и каждый из них задается информацией размером в 1 байт.

Аналогично, в отношении $dTE1$, при записи метки 2Т, длина последующего пробела имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”, и длина предшествующего пробела имеет 2 класса, “2Т” и “3Т или длиннее”. Таким образом, существует всего 8 классов (с 1 по 8), и каждый из них задается информацией размером в 1 байт. При записи метки 3Т, 4Т или 5Т или длиннее, длина предшествующего пробела имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”. Таким образом, существует всего 12 классов (с 9 по 20). Каждый из них задается информацией размером в 1 байт. Что касается dT^{E2} , при записи метки “3Т”, “4Т” или “5Т или длиннее”, длина предшествующего пробела имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”. Таким образом, существует всего 12 классов (с 1 по 12), и каждый из них задается информацией размером в 1 байт.

Эти величины изменения фронта dT_{E1} , dT_{E2} и dT_{E3} задаются 4 классами для длины метки для метки, которая подлежит записи, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”, 4 классами для длины последующего пробела, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”, и в условиях, когда последующий пробел является пробелом 2Т, 2 классами для длины метки, которая следует за последующим пробелом, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”, и в условиях, когда это метка 2Т, 4 классами для длины предшествующего пробела, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”, т.е. всего 35 классами. Заметим, что, здесь, в отношении величин краевого сдвига dT_{E1} , dT_{E2} и dT_{E3} , существует 4 класса для длины метки, 4 класса для длины последующего пробела, и 2 класса для длины последующей метки, хотя настоящее изобретение не ограничивается этим примером. Например, может существовать 3 класса, 5 классов, или более 5 классов для длины метки. Может существовать 2 класса, 3 класса, 5 классов или более 5 классов для длины последующего пробела. Может существовать 3 класса для длины последующей метки. Также предпочтительно, чтобы длина предшествующего пробела имела 2 класса, “2Т” и “3Т или длиннее”, тогда как длина последующего пробела также имеет 2 класса, “2Т” и “3Т или длиннее”.

Теперь опишем пример, когда длина последующего пробела имеет два класса. В этом случае, длину последующего пробела нужно, в целом, классифицировать только на классы “2Т” или “3Т или длиннее”. Это отчетливо показано на фиг. 13, где “последующая метка” (“S-метка”), имеет два класса, “2Т” и “3Т или длиннее”. В качестве значения для “3Т или длиннее” в условиях, когда “S-метка” равна “2Т” или “3Т или длиннее”, можно использовать значения в столбце “пробел 3Т”, показанном на фиг. 13. Заметим, что, в описаниях, показанных на фиг. 13, метка, следующая за меткой 2Т (“S-метка”) имеет обозначение “X”, которая означает “нет определения” (не имеет значения), в обоих столбцах “2Т” и “3Т или длиннее”. Однако это просто обозначение “X” в порядке примера. Следует понимать, что столбцы, помеченные “X”, предназначены для определения, равен ли пробел, который следует за меткой 2Т, “2Т” или “3Т или длиннее”.

В комбинации длин меток и пробелов в пределах одного класса, величины изменения фронта dT_{E1} , dT_{E2} и dT_{E3} могут иметь равные значения. В этом случае, длина импульса интервала пиковой мощности импульса переднего конца фиксирована. В особенности, когда запись осуществляется с помощью импульсного сигнала записи, в котором количество импульсов на пиковом уровне мощности равно единице, позицию записи метки записи можно сдвигать без изменения размера метки записи. Таким образом, можно более точно регулировать краевую позицию.

Когда запись осуществляется с помощью импульсного сигнала записи, в котором количество импульсов на пиковом уровне мощности равно единице, величины изменения фронта dT_{E2} , dT_{E3} и dT_{E1} в комбинации длин меток и пробелов в пределах одного класса могут иметь равные значения, где dT_{E1} - это позиция фронта первого импульса, отсчитываемая от заднего конца серии импульсов записи. В этом случае, серия импульсов записи записывается с передним или задним сдвигом, тогда как сама форма серии импульсов записи остается неизменной. Кроме того, ширина по времени импульса охлаждения может быть фиксированной, и поэтому изменение размера или сдвиг позиции метки записи, который происходил бы согласно ширине по времени импульса охлаждения, что в особенности справедливо для перезаписываемых носителей записи, можно предотвращать. Таким образом, можно более точно регулировать краевую позицию.

Эти величины изменения фронта dT_{E2} и dT_{E3} можно задавать, например,

абсолютным временем, например $S2222=0.5$ нс на фиг. 10(b). Альтернативно, их можно задавать на основании опорного временного сигнала в виде значения, которое является целым кратным $T_w/16$.

5 Как описано выше, позиция фронта второго и/или третьего и/или первого импульса, отсчитываемая от заднего конца импульсного сигнала записи, изменяется на величину изменения фронта dT_{E2} , dT_{E3} , dT_{E1} , что позволяет более точно управлять позицией заднего конца метки. Кроме того, фронтом импульса можно управлять согласно не только длине метки для метки, которая подлежит записи, но и длинам
10 предшествующих и последующих пробелов. При записи метки 2T, когда длина последующего пробела равна 2T, фронтом импульса можно управлять согласно длине метки, которая следует за последующим пробелом. Таким образом, в случае осуществления записи высокой плотности, которая выходит за пределы ОФФ, позицией заднего конца метки 1401 можно точно управлять с учетом тепловой помехи или
15 оптической межсимвольной помехи.

Хотя согласно варианту осуществления настоящего изобретения, фронтом импульса записи при записи метки 2T можно управлять согласно длинам меток, которые, соответственно, предшествуют предшествующим и последующим
20 пробелам 2T и следуют за ними, фронт импульса записи при записи 3T или более длинной метки можно регулировать согласно длинам меток, которые, соответственно, предшествуют предшествующим и последующим пробелам 2T и следуют за ними. Регулировка фронта импульса записи может осуществляться на метке записи 3T или
25 длиннее одновременно с регулировкой метки 2T. При такой организации, в случае осуществления записи высокой плотности, которая выходит за пределы ОФФ, позицией переднего или заднего конца метки записи можно точно управлять с учетом тепловой помехи или оптической межсимвольной помехи.

Теперь опишем способ обнаружения сдвига в сигнале воспроизведения для
30 обеспечения расширенной компенсации записи на блоке 109 обнаружения сдвига. Прежде всего, опишем операцию декодирования по схеме Витерби согласно способу PR(1,2,2,2,1)ML на блоке 108 обработки PRML.

Обработка сигнала в системе воспроизведение при воспроизведении с оптического
35 дискового носителя высокой плотности согласно настоящему изобретению осуществляется согласно способу PR(1,2,2,2,1)ML. В качестве кода записи здесь используется код с ограниченной длиной серии, например, код RLL(1,7). PR(1,2,2,2,1)ML описан со ссылкой на фиг. 14 и фиг. 15. Благодаря
объединению PR(1,2,2,2,1)ML с RLL(1,7), количество возможных состояний блока
40 декодирования сокращается до 10, количество путей перехода между состояниями оказывается равным 16, и существует 9 уровней воспроизведения. На фиг. 14 показана схема переходов между состояниями, широко используемая в описании PRML, демонстрирующая правила перехода между состояниями PR(1,2,2,2,1)ML. Здесь, десять
45 состояний представлены путем идентификации, в определенный момент времени, состояния S (0, 0, 0, 0) как S0, состояния S (0, 0, 0, 1) как S1, состояния S (0, 0, 1, 1) как S2, состояния S (0, 1, 1, 1) как S3, состояния S (1, 1, 1, 1) как S4, состояния S (1, 1, 1, 0) как S5, состояния S (1, 1, 0, 0) как S6, состояния S (1, 0, 0, 0) как S7, состояния S (1, 0, 0, 1) как S8, и состояния S (0, 1, 1, 0) как S9, соответственно, где “0” или “1” в
50 скобках представляет последовательность сигнала на временной оси и показано, какое состояние может быть создано в результате следующего перехода между состояниями из текущего состояния. Кроме того, эту схему переходов между состояниями можно реорганизовать из расположения вдоль временной оси в

решетчатую диаграмму, показанную на фиг. 15.

При переходах между состояниями PR(1,2,2,2,1)ML, показанными на фиг. 15, существует бесконечное количество шаблонов переходов между состояниями (т.е. комбинаций состояний), которые могут брать два пути перехода между состояниями при осуществлении перехода из конкретного состояния в определенный момент времени в другое конкретное состояние в следующий момент времени. Если мы обратим внимание только на шаблоны, которые с наибольшей вероятностью приводят к ошибкам в определенном временном диапазоне, шаблоны переходов между состояниями PR(1,2,2,2,1)ML можно перечислить в нижеследующих таблицах 1, 2 и 3:

15

20

25

30

35

40

45

50

ТАБЛИЦА 1

ПЕРЕХОД МЕЖДУ СОСТОЯНИЯМИ	КОД ЗАПИСИ (b _k i ₁ ...i _k , b _k)	ИДЕАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВЫРАВНИВАНИЯ PR										ИДЕАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВЫРАВНИВАНИЯ PR	ЕВКЛИДОВО РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ПУТЯМИ
		k-9	k-8	k-7	k-6	k-5	k-4	k-3	k-2	k-1	k		
S0 _{k-5} → S6 _k	(0,0,0,0,1,1,1,0,0)					S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6	S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6	S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6	S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6	S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6	S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6	1 3 5 6 6	5
S0 _{k-5} → S5 _k	(0,0,0,0,0,1,1,0,0)					S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	0 1 3 4 4	14
S0 _{k-5} → S4 _k	(0,0,0,0,0,1,1,1,0)					S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S0 S0 S1 S2 S3 S4 S5	0 1 3 5 6	14
S2 _{k-5} → S0 _k	(0,0,1,1,1,0,0,0,0)					S0 S0 S1 S2 S3 S4	S0 S0 S1 S2 S3 S4	S0 S0 S1 S2 S3 S4	S0 S0 S1 S2 S3 S4	S0 S0 S1 S2 S3 S4	S0 S0 S1 S2 S3 S4	0 1 3 5 7	14
S2 _{k-5} → S1 _k	(0,0,1,1,0,0,0,0,0)					S2 S3 S5 S6 S7 S0	S2 S3 S5 S6 S7 S0	S2 S3 S5 S6 S7 S0	S2 S3 S5 S6 S7 S0	S2 S3 S5 S6 S7 S0	S2 S3 S5 S6 S7 S0	5 6 6 3 1	14
S2 _{k-5} → S2 _k	(0,0,1,1,0,0,0,0,0)					S2 S3 S5 S6 S7 S0	S2 S3 S5 S6 S7 S0	S2 S3 S5 S6 S7 S0	S2 S3 S5 S6 S7 S0	S2 S3 S5 S6 S7 S0	S2 S3 S5 S6 S7 S0	4 4 3 1 0	14
S3 _{k-5} → S0 _k	(0,0,1,1,0,0,0,0,1)					S2 S3 S5 S6 S7 S1	S2 S3 S5 S6 S7 S1	S2 S3 S5 S6 S7 S1	S2 S3 S5 S6 S7 S1	S2 S3 S5 S6 S7 S1	S2 S3 S5 S6 S7 S1	5 6 5 3 2	14
S3 _{k-5} → S1 _k	(0,0,1,1,0,0,0,0,1)					S3 S4 S5 S6 S7 S0	S3 S4 S5 S6 S7 S0	S3 S4 S5 S6 S7 S0	S3 S4 S5 S6 S7 S0	S3 S4 S5 S6 S7 S0	S3 S4 S5 S6 S7 S0	7 7 5 3 1	14
S3 _{k-5} → S2 _k	(0,0,1,1,0,0,0,1,1)					S3 S4 S5 S6 S7 S1	S3 S4 S5 S6 S7 S1	S3 S4 S5 S6 S7 S1	S3 S4 S5 S6 S7 S1	S3 S4 S5 S6 S7 S1	S3 S4 S5 S6 S7 S1	6 5 3 1 0	14
S7 _{k-5} → S6 _k	(0,0,0,0,1,1,1,0,0)					S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	2 3 5 6 5	14
S7 _{k-5} → S5 _k	(0,0,0,0,1,1,1,0,0)					S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S5	1 1 3 4 4	14
S7 _{k-5} → S4 _k	(0,0,0,0,1,1,1,1,1)					S7 S0 S1 S2 S3 S4 S4	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S4	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S4	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S4	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S4	S7 S0 S1 S2 S3 S4 S4	2 3 5 7 8	14
S6 _{k-5} → S6 _k	(1,1,0,0,1,1,1,0,0)					S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	1 1 3 5 7	14
S6 _{k-5} → S5 _k	(1,1,0,0,1,1,1,0,0)					S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	S8 S8 S2 S3 S4 S5 S6	4 4 5 6 5	14
S6 _{k-5} → S4 _k	(1,1,0,0,1,1,1,1,0)					S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	3 2 3 4 4	14
S4 _{k-5} → S0 _k	(1,1,0,0,1,1,1,1,1)					S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	S8 S7 S1 S2 S3 S4 S5	4 4 5 7 7	14
S4 _{k-5} → S1 _k	(1,1,1,1,0,0,0,0,0)					S8 S8 S2 S3 S4 S4	S8 S8 S2 S3 S4 S4	S8 S8 S2 S3 S4 S4	S8 S8 S2 S3 S4 S4	S8 S8 S2 S3 S4 S4	S8 S8 S2 S3 S4 S4	3 2 3 5 6	14
S4 _{k-5} → S2 _k	(1,1,1,1,0,0,0,1,1)					S8 S7 S1 S2 S3 S4	S8 S7 S1 S2 S3 S4	S8 S7 S1 S2 S3 S4	S8 S7 S1 S2 S3 S4	S8 S7 S1 S2 S3 S4	S8 S7 S1 S2 S3 S4	4 4 6 7 8	14
	(1,1,1,1,0,0,0,0,0)					S4 S4 S5 S6 S7 S0	S4 S4 S5 S6 S7 S0	S4 S4 S5 S6 S7 S0	S4 S4 S5 S6 S7 S0	S4 S4 S5 S6 S7 S0	S4 S4 S5 S6 S7 S0	8 7 5 3 1	14
	(1,1,1,1,0,0,0,0,1)					S4 S4 S5 S6 S7 S1	S4 S4 S5 S6 S7 S1	S4 S4 S5 S6 S7 S1	S4 S4 S5 S6 S7 S1	S4 S4 S5 S6 S7 S1	S4 S4 S5 S6 S7 S1	7 5 3 1 1	14
	(1,1,1,1,0,0,0,1,1)					S4 S4 S5 S6 S8 S2	S4 S4 S5 S6 S8 S2	S4 S4 S5 S6 S8 S2	S4 S4 S5 S6 S8 S2	S4 S4 S5 S6 S8 S2	S4 S4 S5 S6 S8 S2	8 7 5 4 4	14
	(1,1,1,1,0,0,0,1,1)					S4 S5 S6 S7 S1 S2	S4 S5 S6 S7 S1 S2	S4 S5 S6 S7 S1 S2	S4 S5 S6 S7 S1 S2	S4 S5 S6 S7 S1 S2	S4 S5 S6 S7 S1 S2	7 5 3 2 2	14

ТАБЛИЦА 2

ПЕРЕХОД МЕЖДУ СОСТОЯНИЯМИ	КОД ЗАПИСИ (b _k i, ..., b ₁)	k-9	k-8	k-7	k-6	k-5	k-4	k-3	k-2	k-1	k	ИДЕАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВЫРАВНИВАНИЯ PR								ЕКВИВАЛЕНТНОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ПУТЯМИ
												1	2	3	4	5	6	7	8	
S0 _{k-7} → S0 _k	(0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0)		S0	S1	S2	S9	S6	S7	S0	S0	S0	1	3	4	4	3	1	0	12	
S0 _{k-7} → S1 _k	(0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0)		S0	S0	S1	S2	S9	S6	S7	S0	S1	0	1	3	4	4	3	1	12	
S0 _{k-7} → S2 _k	(0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1)		S0	S0	S1	S2	S9	S6	S7	S1	S1	0	1	3	4	4	3	2	12	
S2 _{k-7} → S6 _k	(0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1)		S0	S1	S2	S9	S6	S7	S1	S2	S2	0	1	3	4	4	3	2	8	
S2 _{k-7} → S6 _k	(0 0 1 1 1 0 0 1 1 0 0)		S2	S0	S1	S2	S9	S6	S7	S9	S6	5	6	5	4	4	4	4	12	
S2 _{k-7} → S6 _k	(0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0)		S2	S9	S6	S8	S2	S8	S6	S6	4	4	4	4	4	5	6	5	12	
S2 _{k-7} → S4 _k	(0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1)		S2	S8	S5	S6	S8	S2	S8	S5	5	6	5	4	4	5	6	6	12	
S3 _{k-7} → S6 _k	(0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1)		S2	S9	S6	S8	S2	S8	S4	S6	4	4	4	4	4	5	7	7	12	
S3 _{k-7} → S6 _k	(0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1)		S2	S9	S6	S8	S2	S8	S4	S4	5	6	5	4	4	5	7	8	12	
S3 _{k-7} → S6 _k	(0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0)		S3	S4	S5	S6	S8	S2	S8	S4	4	4	4	4	4	5	7	8	12	
S3 _{k-7} → S6 _k	(0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0)		S3	S4	S5	S6	S8	S2	S8	S4	7	7	5	4	4	5	6	6	12	
S3 _{k-7} → S4 _k	(0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0)		S3	S4	S5	S6	S8	S2	S8	S4	6	6	5	4	4	5	7	7	12	
S3 _{k-7} → S4 _k	(0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1)		S3	S4	S5	S6	S8	S2	S8	S4	7	7	5	4	4	5	7	7	12	
S7 _{k-7} → S0 _k	(1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0)		S7	S1	S2	S9	S6	S7	S0	S0	6	5	4	4	4	5	7	8	12	
S7 _{k-7} → S1 _k	(1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0)		S7	S0	S1	S2	S9	S6	S7	S0	2	3	4	4	4	3	1	0	12	
S7 _{k-7} → S2 _k	(1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1)		S7	S0	S1	S2	S9	S6	S7	S0	1	1	3	4	4	3	1	1	12	
S6 _{k-7} → S0 _k	(1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0)		S6	S7	S1	S2	S9	S6	S7	S0	2	3	4	4	4	3	1	1	12	
S6 _{k-7} → S1 _k	(1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1)		S6	S8	S2	S9	S6	S7	S0	S0	4	4	4	4	4	3	1	0	12	
S6 _{k-7} → S2 _k	(1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1)		S6	S8	S2	S9	S6	S7	S0	S1	3	2	3	4	4	3	1	1	12	
S4 _{k-7} → S6 _k	(1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0)		S6	S7	S1	S2	S9	S6	S7	S1	4	4	4	4	4	3	2	8	12	
S4 _{k-7} → S6 _k	(1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0)		S4	S4	S5	S6	S8	S2	S8	S2	8	7	5	4	4	4	4	4	12	
S4 _{k-7} → S6 _k	(1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0)		S4	S6	S6	S8	S2	S8	S6	S6	7	5	4	4	4	5	6	5	12	
S4 _{k-7} → S6 _k	(1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0)		S4	S4	S5	S6	S8	S2	S8	S6	8	7	5	4	4	4	5	6	12	
S4 _{k-7} → S4 _k	(1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1)		S4	S4	S5	S6	S8	S2	S8	S4	7	5	4	4	4	5	7	7	12	
S4 _{k-7} → S4 _k	(1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1)		S4	S4	S5	S6	S8	S2	S8	S4	8	7	5	4	4	4	5	7	12	

В Таблице 1 показано 18 разных пар шаблонов переходов между состояниями, каждая из которых может брать два разных пути и имеет евклидово расстояние 14 между ними. Эти шаблоны соответствуют краевым участкам метки записи в контексте формы волны воспроизведения оптического дискового носителя. Другими словами, эти шаблоны представляют шаблоны однобитовой ошибки между метками записи и пробелами. В порядке примера, описан путь перехода между состояниями, ведущий от $S0(k-5)$ к $S6(k)$ согласно правилам перехода между состояниями, показанным на фиг. 15. В этом случае, один путь это случай, когда последовательность записи переходит к “0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0” и выявляется. В контексте записанного состояния, где нули (0) и единицы (1) воспроизводимых данных соответственно заменяются пробелами и метками, эта последовательность записи является последовательностью пробела длиной 4Т или длиннее, метки 3Т и пробела длиной 2Т или длиннее. Это показано в виде формы волны пути А на фиг. 16. На фиг. 16 показаны две формы волны, которые отличаются соотношением между временем выборки и уровнем воспроизведения. На фиг. 16, по оси абсцисс отложено время выборки, которое указывает каждый цикл в последовательности записи, и по оси ординат отложен уровень воспроизведения. Как отмечено выше, PR(1,2,2,2,1)ML имеет всего девять идеальных уровней воспроизведения, с Уровня 0 по Уровень 8.

С другой стороны, другой путь - это случай, когда последовательность записи переходит к “0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0” и выявляется. В контексте записанного состояния, где нули (0) и единицы (1) воспроизводимых данных соответственно заменяются пробелами и метками, эта последовательность записи является последовательностью пробела длиной 5Т или длиннее, метки 2Т, и пробела длиной 2Т или длиннее. Этот путь показан как форма волны пути В на фиг. 16. Шаблоны с евклидовым расстоянием 14, представленным в таблице 1, отличаются тем, что они всегда включают в себя единичный фрагмент краевой информации, который указывает границу метка-пробел. Способ регулировки края, оптимальный для способа PRML, который пользуется этим признаком, описан, например, в патентном документе № 3.

Аналогично, в Таблице 2 показано 18 разных пар шаблонов переходов между состояниями, каждая из которых может брать два разных пути и имеет евклидово расстояние 12 между ними. Эти шаблоны представляют собой шаблоны, в которых из ошибок сдвига метки 2Т или пробела 2Т выявляется 2-битовая ошибка. В порядке примера, описан путь перехода между состояниями, ведущий от $S0(k-7)$ к $S0(k)$ согласно правилам перехода между состояниями, показанным на фиг. 15. В этом случае, один путь это случай, когда последовательность записи переходит к “0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0” и выявляется. В контексте записанного состояния, где нули (0) и единицы (1) воспроизводимых данных соответственно заменяются пробелами и метками, эта последовательность записи является последовательностью пробела длиной 4Т или длиннее, метки 2Т и пробела длиной 5Т или длиннее. Это показано в виде формы волны пути А на фиг. 17.

С другой стороны, другой путь - это случай, когда последовательность записи переходит к “0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0” и выявляется. В контексте записанного состояния, где нули (0) и единицы (1) воспроизводимых данных соответственно заменяются пробелами и метками, эта последовательность записи является последовательностью пробела длиной 5Т или длиннее, метки 2Т и пробела длиной 4Т или длиннее. Это показано в виде формы волны пути В на фиг. 17. Шаблоны с евклидовым расстоянием 12, представленные в таблице 2, отличаются тем, что они всегда включают в себя два фрагмента краевой информации подъема и спада метки 2Т

или пробела 2Т.

Аналогично, в Таблице 3 показано 18 разных пар шаблонов переходов между состояниями, каждая из которых может брать два разных пути и имеет евклидово расстояние 12 между ними. Эти шаблоны представляют собой шаблоны, в которых 3-битовая ошибка выявляется на участке, где последовательно возникают по меньшей мере два 2Т интервала, например “метка 2Т-пробел 2Т” или “пробел 2Т-метка 2Т”. В порядке примера, описан путь перехода между состояниями, ведущий от S0(k-9) к S6(k) согласно правилам перехода между состояниями, показанным на фиг. 15. В этом случае, один путь - это случай, когда последовательность записи переходит к “0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0” и выявляется. В контексте записанного состояния, где нули (0) и единицы (1) воспроизводимых данных соответственно заменяются пробелами и метками, эта последовательность записи является последовательностью пробела длиной 4Т или длиннее, метки 2Т, пробела 2Т, метки 3Т и пробела длиной 2Т или длиннее. Это показано в виде формы волны пути А на фиг. 18.

С другой стороны, другой путь - это случай, когда последовательность кода записи переходит к “0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0” и выявляется. В контексте записанного состояния, где нули (0) и единицы (1) воспроизводимых данных соответственно заменяются пробелами и метками, эта последовательность записи является последовательностью пробела длиной 5Т или длиннее, метки 2Т, пробела 2Т, метки 2Т и пробела длиной 2Т или длиннее. Это показано в виде формы волны пути В на фиг. 18. Шаблоны с евклидовым расстоянием 12, представленные в таблице 3, отличаются тем, что 3-битовая ошибка выявляется на участке, где последовательно возникают по меньшей мере два 2Т интервала, например “метка 2Т-пробел 2Т” или “пробел 2Т-метка 2Т”.

При регулировке позиции края переднего конца или края заднего конца метки записи, необходимо выявлять направление и величина отклонения края для каждой комбинации соответствующих меток и соответствующих пробелов. Когда используется способ PR(1,2,2,2,1)ML, регулировка может осуществляться с использованием шаблонов с евклидовым расстоянием 14, представленных в таблице 1. Это означает, что компенсацию записи можно реализовать путем регулировки фронтов импульсов серии импульсов записи согласно длине рассматриваемой метки и длинам предшествующих ей и следующих за ней пробелов. На фиг. 19 представлена таблица классификации для компенсации записи, которая производится с использованием шаблонов с евклидовым расстоянием 14.

В случае шаблонов, имеющих евклидово расстояние 14, компенсация записи включает в себя 4 класса рассматриваемой метки, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”. Кроме того, длина предшествующего пробела имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”. Таким образом, существует всего $4 \times 4 = 16$ классов для регулировки. В этом случае, серия импульсов записи, подвергнутая компенсации записи, включает в себя dT_{F1} и dT_{F2} , показанные на фиг. 4.

Для регулировки, длина метки рассматриваемой метки имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”, и длина пробела для пробела, следующего за рассматриваемой меткой, имеет 4 класса, “2Т”, “3Т”, “4Т” и “5Т или длиннее”, т.е. существует всего $4 \times 4 = 16$ классов. В этом случае, серия импульсов записи, подвергнутая компенсации записи, включает в себя dT_{E2} , dT_{E3} , показанные на фиг. 4. Компенсация записи производится на dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{E2} и dT_{E3} согласно длине рассматриваемой метки и длинам предшествующих ей и следующих за ней пробелов, что позволяет обеспечить компенсацию записи для евклидова расстояния 14.

Описан способ обнаружения сдвига при компенсации записи. Например, на фиг. 16 значение суммы квадратов разностей между значением сигнала воспроизведения от y_{k-4} до y_k за период от времени $k-4$ до времени k и предполагаемым значением пути А обозначается P_a . P_a выражается Формулой 1. Значение суммы квадратов разностей между значением сигнала воспроизведения от y_{k-4} до y_k за период от времени $k-4$ до времени k и предполагаемым значением пути В обозначается P_b . P_b выражается Формулой 2.

$$P_a = (y_{k-4}-1)^2 + (y_{k-3}-3)^2 + (y_{k-2}-5)^2 + (y_{k-1}-6)^2 + (y_k-5)^2 \quad (\text{Формула 1})$$

$$P_b = (y_{k-4}-0)^2 + (y_{k-3}-1)^2 + (y_{k-2}-3)^2 + (y_{k-1}-4)^2 + (y_k-4)^2 \quad (\text{Формула 2})$$

Теперь опишем смысл разности $P_a - P_b$ между P_a и P_b , которая указывает надежность результата декодирования по схеме максимального правдоподобия. Можно сказать, что, если $P_a \ll P_b$, блок декодирования по схеме максимального правдоподобия уверенно выбирает путь А, и что, если $P_a \gg P_b$, блок декодирования по схеме максимального правдоподобия уверенно выбирает путь В. Если $P_a = P_b$, путь, выбранный блоком декодирования по схеме максимального правдоподобия, может быть любой из пути А и пути В, т.е. результат декодирования будет правильным с вероятностью пятьдесят на пятьдесят. Таким образом, вычисляя $P_a - P_b$ из заданного времени, заданного количества шансов и результата декодирования, можно получить распределение $P_a - P_b$.

Дорожки, записанные в вышеописанных условиях импульса записи, затем подвергаются воспроизведению, и информация позиций краев воспроизводимого сигнала измеряется. Светоизлучающий блок 102 действует для осуществления воспроизведения на дорожке условий импульса записи, установленных для записи. Условия воспроизводимого импульса записи передаются через блок 105 выравнивания формы волны и блок 106 А/Ц преобразования. Блок 107 ФАПЧ генерирует тактовый сигнал воспроизведения. Блок обнаружения шаблона, включенный в состав блока 108 обработки PRML, осуществляет декодирование по схеме Витерби (декодирование по схеме максимального правдоподобия) на цифровом сигнале, дискретизированном тактовым сигналом воспроизведения, и генерирует двоичный сигнал, указывающий результат декодирования по схеме максимального правдоподобия для каждого набора условий записи.

Теперь опишем способ обнаружения краевого сдвига в сигнале воспроизведения, форма волны которого изменена в соответствии с выравниванием PR(1,2,2,2,1).

На фиг. 20 показаны выборочные значения шаблонов перехода между состояниями $S_0 \rightarrow S_6$ в таблице 1 в порядке примера идеальной формы волны выравнивания PR. По оси абсцисс отложено время (1 период шкалы представляет 1 период канального тактового сигнала), и по оси ординат отложен уровень сигнала (от 0 до 8). Пунктирные линии и сплошные линии соответствуют пути А и пути В, соответственно. Каждое из выборочных значений соответствует любому из предполагаемых значений от 0 до 8 уровня v , на входе декодирования по схеме максимального правдоподобия. Определено, что форма волны, воспроизводимая из участка метки записи, является формой волны, ориентированной вверх относительно уровня сигнала, и что форма волны, воспроизводимая из незаписанного участка, является формой волны, ориентированной вниз. Шаблоны, показанные на фиг. 20, соответствуют воспроизводимым формам волны на границах метка-пробел (на краю переднего конца и краю заднего конца метки). Таким образом, шаблоны, показанные на фиг. 20, и следующие шаблоны в таблице 1, $S_0 \rightarrow S_6$, $S_0 \rightarrow S_5$, $S_0 \rightarrow S_4$, $S_7 \rightarrow S_6$, $S_7 \rightarrow S_5$, $S_7 \rightarrow S_4$, $S_6 \rightarrow S_6$, $S_6 \rightarrow S_5$ и $S_6 \rightarrow S_4$ соответствуют краю переднего конца участок метки, и

другие шаблоны в таблице 1, $S_2 \rightarrow S_0$, $S_2 \rightarrow S_1$, $S_2 \rightarrow S_2$, $S_3 \rightarrow S_0$, $S_3 \rightarrow S_1$, $S_3 \rightarrow S_2$, $S_4 \rightarrow S_0$, $S_4 \rightarrow S_1$ и $S_4 \rightarrow S_2$ соответствуют краю заднего конца участка метки.

Воспроизводимые формы волны, показанные на фиг. 20(a) и 20(b), представляют собой формы волны последовательности пробела 4Т и метки 3Т, которые записываются в этом варианте осуществления. Теперь опишем способ обнаружения краевого сдвига переднего конца метки, применительно к воспроизводимым формам волны, показанным на фиг. 20(a) и 20(b).

На фиг. 20(a) и 20(b) показана корреляция между воспроизводимыми формами волны для $S_0 \rightarrow S_6$ в таблице 1 и отклонением метки записи. На фиг. 20(a) и 20(b) сплошная линия с незакрашенными треугольниками (Δ) представляет входной сигнал, и путь А, представленный пунктирной линией, является правильным путем перехода между состояниями. Входной сигнал генерируется на основании метки записи А- на фиг. 20(a) и на основании метки записи А+ на фиг. 20(b). Предполагается, что метка записи А имеет идеальный край переднего конца.

На фиг. 20(a) показаны воспроизводимые формы волны, где краевая позиция переднего конца метки записи отклоняется к более короткой стороне относительно идеальной краевой позицией переднего конца. Расстояние P_a между путем А и входным сигналом и расстояние P_b между путем В и входным сигналом вычисляются для получения $4S3M-A = \Delta A = -|P_a - P_b| - P_{std}$. $4S3M-A$ означает краевой сдвиг между пробелом 4Т и меткой 3Т на пути А и представляет величину краевого сдвига между пробелом 4Т и непосредственно последующей меткой 3Т. Здесь, в отношении P_{std} , значение $P_a - P_b$, когда $P_a = 0$, выражается как $-P_{std}$, и значение $P_a - P_b$, когда $P_b = 0$, выражается как P_{std} .

На фиг. 20(b) показаны воспроизводимые формы волны, где краевая позиция переднего конца метки записи отклоняется к более длинной стороне относительно идеальной краевой позицией переднего конца. Расстояние P_a между путем А и входным сигналом и расстояние P_b между путем В и входным сигналом вычисляются для получения $4S3M-A = \Delta A = +|P_a - P_b| - P_{std}$. $4S3M-A$ означает краевой сдвиг между пробелом 4Т и меткой 3Т на пути А и представляет величину краевого сдвига между пробелом 4Т и непосредственно последующей меткой 3Т.

Вышеописанное обнаружение краевого сдвига осуществляется всего на 18 шаблонах, классифицированных в таблице 1, для обнаружения величины краевого сдвига, который зависит от длин меток и пробелов.

Здесь, классификация краевого сдвига в шаблонах в таблице 1, которая производится отдельно по длине метки и длине пробела, реализуется путем обнаружения $b_k - 4$ битов из 9 битов кода записи (от $b_k - 8$ до b_k) в качестве границы отклонения края между меткой и пробелом или между пробелом и меткой. Например, в шаблоне $S_0 \rightarrow S_6$, это соответствует сравнению рассматриваемых шаблонов последовательности “4Т или более длинный пробел и метки 3Т” и последовательности “5Т или более длинный пробел и метка 2Т”. Выявляется величина краевого сдвига, который зависит от этих длин меток и длин предшествующих пробелов. Аналогично, в шаблоне $S_2 \rightarrow S_0$, это соответствует сравнению рассматриваемых шаблонов последовательности “метка 3Т и 4Т или более длинный пробел” и последовательности “метка 2Т и 5Т или более длинный пробел”. Выявляется величина краевого сдвига, который зависит от этих длин меток и длин последующих пробелов.

Теперь опишем способ обнаружения величины фазового сдвига для шаблонов в таблице 2, в которых евклидово расстояние шаблонов переходов между состояниями, которые могут брать два пути перехода между состояниями, равно 12, и в которых, из

ошибок сдвига метки 2Т или пробела 2Т, выявляется 2-битовая ошибка.

На фиг. 21(а) и 21(б) показаны выборочные значения шаблонов, которые подлежат сравнению. По оси абсцисс отложено время (1 период шкалы представляет 1 период

5 канального тактового сигнала), и по оси ординат отложен уровень сигнала (от 0 до 8).
 Пунктирные линии и сплошные линии соответствуют пути А и пути В, соответственно. Каждое из выборочных значений соответствует любому из предполагаемых значений от 0 до 8 уровня v , на входе декодирования по схеме максимального правдоподобия. Определено, что форма волны, воспроизводимая из участка метки записи, является
 10 формой волны, ориентированной вверх относительно уровня сигнала, и что форма волны, воспроизводимая из незаписанного участка, является формой волны, ориентированной вниз. Шаблоны, показанные на фиг. 21(а) и 21(б), соответствуют воспроизводимым формам волны шаблонов, включающим в себя по меньшей мере одну метку 2Т или пробел 2Т. Таким образом, в шаблонах, показанных на фиг. 21(а)
 15 и 21(б), и следующих шаблонах в таблице 2, $S_0 \rightarrow S_0$, $S_0 \rightarrow S_1$, $S_0 \rightarrow S_2$, $S_7 \rightarrow S_0$, $S_7 \rightarrow S_1$, $S_7 \rightarrow S_2$, $S_6 \rightarrow S_0$, $S_6 \rightarrow S_1$ и $S_6 \rightarrow S_2$, позиция метки 2Т совершает передний или задний сдвиг, при том, что ее длина 2Т остается неизменной. Другие шаблоны в таблице 2, $S_2 \rightarrow S_6$, $S_2 \rightarrow S_5$, $S_2 \rightarrow S_4$, $S_3 \rightarrow S_6$, $S_3 \rightarrow S_5$, $S_3 \rightarrow S_4$, $S_4 \rightarrow S_6$, $S_4 \rightarrow S_5$ и $S_4 \rightarrow S_4$,
 20 соответствуют участку, где позиция пробела 2Т совершает передний или задний сдвиг, при том, что его длина 2Т остается неизменной.

Формы волны последовательности 4Т или более длинного пробела, метки 2Т и 5Т или более длинного пробела, записанные в настоящем варианте осуществления, являются воспроизводимыми формами волны, показанными на фиг. 21(а) и 21(б).

25 Теперь опишем способ обнаружения сдвига в позиции записи метки 2Т применительно к воспроизводимым формам волны, показанным на фиг. 21(а) и 21(б). На фиг. 21(а) и 21(б) показана корреляция между воспроизводимыми формами волны для $S_0 \rightarrow S_0$ в таблице 2 и отклонением метки записи. На фиг. 21(а) и 21(б), сплошная линия с
 30 незакрашенными треугольниками (Δ) представляет входной сигнал, и путь А, представленный пунктирной линией, является правильным путем перехода между состояниями. Входной сигнал генерируется на основании метки записи В- на фиг. 21(а) и на основании метки записи В+ на фиг. 21(б). Предполагается, что метка записи В имеет идеальную позицию записи.

35 На фиг. 21(а) показаны воспроизводимые формы волны, где позиция записи метки записи (2Т) отклоняется к задней стороне относительно идеальной позиции.

Расстояние P_a между путем А и входным сигналом и расстояние P_b между путем В и входным сигналом вычисляются для получения $4S2M5S-A = \Delta B - = |P_a - P_b| - P_{std}$. $4S2M5S-A$
 40 означает сдвиг позиции записи 2Т в последовательности 4Т или более длинного пробела, метки 2Т и 5Т или более длинной метки на пути А и представляет величину отклонения позиции записи метки 2Т, расположенной между 4Т или более длинным пробелом и 5Т или более длинным пробелом. Здесь, что касается P_{std} , значение $P_a - P_b$, когда $P_a = 0$, выражается как $-P_{std}$, и значение $P_a - P_b$, когда $P_b = 0$, выражается как P_{std} .

45 На фиг. 21(б) показаны воспроизводимые формы волны, где позиция записи метки записи (2Т) отклоняется к передней стороне относительно идеальной позиции.

Расстояние P_a между путем А и входным сигналом и расстояние P_b между путем В и входным сигналом вычисляются для получения $4S2M5S-A = \Delta B + = |P_a - P_b| - P_{std}$. $4S2M5S-A$
 50 означает сдвиг позиции записи 2Т в последовательности 4Т или более длинного пробела, метки 2Т и 5Т или более длинной метки на пути А и представляет величину отклонения позиции записи метки 2Т, расположенной между 4Т или более длинным пробелом и 5Т или более длинным пробелом.

Вышеописанное обнаружение сдвига фазы осуществляется всего на 18 шаблонах, классифицированных в таблице 2 для обнаружения величины фазового сдвига, который зависит от длин пробела X, метки 2Т и пробела Y или длин метки X', пробела 2Т и метки Y'.

5 Здесь, классификация сдвига позиции записи “пробел X, метка 2Т, пробел Y” или “метка X', пробел 2Т, метка Y'” в шаблонах в таблице 2 реализуется путем обнаружения b_k-5 битов из 11 битов кода записи (от b_k-10 до b_k) в качестве границы отклонения позиции записи метки 2Т или пробела 2Т. Например, в шаблоне 10 $S_0 \rightarrow S_0$, это соответствует сравнению рассматриваемых шаблонов последовательности “4Т или более длинный пробел, метка 2Т, 5Т или более длинный пробел” и последовательности “5Т или более длинный пробел, метка 2Т, 4Т или более длинный пробел”. Выявляется величина фазового сдвига, который зависит от длины метка 2Т и длин предшествующих и последующих пробелов. Аналогично, в шаблоне 15 $S_3 \rightarrow S_4$, это соответствует сравнению рассматриваемых шаблонов последовательности “метка 4Т, пробел 2Т, 4Т или более длинной метки” и последовательности “метка 3Т, пробел 2Т, 5Т или более длинной метки”. Выявляется величина сдвига позиции записи, который зависит от длины пробела 2Т и длин предшествующих и последующих пробелов.

20 Теперь опишем шаблоны, в которых евклидово расстояние шаблонов переходов между состояниями, которые могут брать два пути перехода между состояниями, равно 12 и в которых 3-битовая ошибка выявляется на участке, где последовательно возникают по меньшей мере два 2Т интервалы, например, “метка 2Т-пробел 2Т” или “пробел 2Т-метка 2Т”. В частности, опишем способ обнаружения величины фазового 25 сдвига в шаблонах в таблице 3, в котором, из ошибок сдвига следующей последовательности “метка 2Т-пробел 2Т” или следующей последовательности “пробел 2Т-метка 2Т”, выявляется 3-битовая ошибка.

На фиг. 22 показаны выборочные значения шаблонов, которые подлежат 30 сравнению. По оси абсцисс отложено время (1 период шкалы представляет 1 период канального тактового сигнала), и по оси ординат отложен уровень сигнала (от 0 до 8). Пунктирные линии и сплошные линии соответствуют соответствующим формам волны из пути А и пути В. Каждое из выборочных значений соответствует любому из предполагаемых значений от 0 до 8 уровня v , на входе декодирования по схеме 35 максимального правдоподобия. Определено, что форма волны, воспроизводимая из участка метки записи, является формой волны, ориентированной вверх относительно уровня сигнала, и что форма волны, воспроизводимая из незаписанного участка, является формой волны, ориентированной вниз.

40 Шаблоны, показанные на фиг. 22, соответствуют воспроизводимым формам волны, которые имеют шаблоны, включающие в себя следующую последовательность “метка 2Т-пробел 2Т”. Таким образом, шаблоны, показанные на фиг. 22, и следующие шаблоны в таблице 3, $S_0 \rightarrow S_6$, $S_0 \rightarrow S_5$, $S_0 \rightarrow S_4$, $S_7 \rightarrow S_6$, $S_7 \rightarrow S_5$, $S_7 \rightarrow S_4$, $S_6 \rightarrow S_6$, $S_6 \rightarrow S_5$ и $S_6 \rightarrow S_4$, соответствуют участку, где позиция следующей последовательности 45 “метка 2Т-пробел 2Т” совершает передний или задний сдвиг, и другие шаблоны в таблице 3, $S_2 \rightarrow S_0$, $S_2 \rightarrow S_1$, $S_2 \rightarrow S_2$, $S_3 \rightarrow S_0$, $S_3 \rightarrow S_1$, $S_3 \rightarrow S_2$, $S_4 \rightarrow S_0$, $S_4 \rightarrow S_1$ и $S_4 \rightarrow S_2$, соответствуют участку, где позиция следующей последовательности “пробел 2Т-метка 2Т” совершает передний или задний сдвиг.

50 Формы волны последовательности 4Т или более длинного пробела, метки 2Т, пробела 2Т и метки 3Т, записанные в настоящем варианте осуществления, являются воспроизводимыми формами волны, показанными на фиг. 22. Таким образом, теперь опишем способ обнаружения сдвига в позиции записи следующей последовательности

“метка 2Т-пробел 2Т” применительно к воспроизводимым формам волны, показанным на фиг. 22. На фиг. 22 показана корреляция между воспроизводимыми формами волны для $S_0 \rightarrow S_6$ в таблице 3 и отклонением метки записи. На фиг. 22, сплошная линия с незакрашенными треугольниками (Δ) представляет входной сигнал, и путь А, представленный пунктирной линией, является правильным путем перехода между состояниями. Входной сигнал генерируется на основании метки записи С- на фиг. 22(a) и на основании метки записи С+ на фиг. 22(b). Предполагается, что метка записи С имеет идеальную позицию записи.

На фиг. 22(a) показан случай, когда позиция записи следующей последовательности “метка 2Т-пробел 2Т” отклоняется к задней стороне относительно идеальной позиции. Расстояние P_a между путем А и входным сигналом и расстояние P_b между путем В и входным сигналом вычисляются для получения $4S2M2S3M-A=\Delta C-|P_a-P_b|-P_{std}$.

$4S2M2S3M-A$ означает сдвиг позиции записи “метка 2Т-пробел 2Т” в последовательности 4Т или более длинного пробела, метки 2Т, пробела 2Т и метки 3Т на пути А и представляет величину отклонения позиции записи “метка 2Т-пробел 2Т”, расположенной между 4Т или более длинным пробелом и меткой 3Т. Здесь, что касается P_{std} , значение P_a-P_b , когда $P_a=0$, выражается как $-P_{std}$, и значение P_a-P_b , когда $P_b=0$, выражается как P_{std} .

На фиг. 22(b) показан случай, когда позиция записи следующей последовательности “пробел 2Т-метка 2Т” отклоняется к передней стороне относительно идеальной позиции. Расстояние P_a между путем А и входным сигналом и расстояние P_b между путем В и входным сигналом вычисляются для получения $4S2M2S3M-A=\Delta C+|P_a-P_b|-P_{std}$. $4S2M2S3M-A$ означает сдвиг позиции записи “пробел 2Т-метка 2Т” в последовательности 4Т или более длинного пробела, метки 2Т, пробела 2Т и метки 3Т на пути А и представляет величину отклонения позиции записи “пробел 2Т-метка 2Т”, расположенной между 4Т или более длинным пробелом и меткой 3Т.

Вышеописанное обнаружение сдвига осуществляется всего на 18 шаблонах, классифицированных в таблице 3, для обнаружения величины фазового сдвига, который зависит от длин пробела X, метки 2Т, пробела 2Т и метки Y или длин метки X', пробела 2Т, метки 2Т и пробела Y'.

Здесь классификация сдвига позиции записи “пробел X, метка 2Т, пробел 2Т, метка Y” или “метка X', пробел 2Т, метка 2Т, пробел Y'” в шаблонах в таблице 3 реализуется путем обнаружения b_k-6 битов из 13 битов кода записи (от b_k-12 до b_k) в качестве границы отклонения позиции записи “метка 2Т-пробел 2Т” или “пробел 2Т-метка 2Т”. Например, в шаблоне $S_0 \rightarrow S_6$, это соответствует сравнению рассматриваемых шаблонов последовательности “4Т или более длинный пробел, метка 2Т, пробел 2Т, метка” и последовательности “5Т или более длинный пробел, метка 2Т, пробел 2Т, метка 2Т”. Выявляется величина сдвига, который зависит от длин этих метки 2Т и пробела 2Т и длины предшествующего пробела и длины последующей метки. Аналогично, в шаблоне $S_2 \rightarrow S_0$, это соответствует сравнению рассматриваемых шаблонов “метка 3Т, пробел 2Т, метка 2Т, 4Т или более длинный пробел” и “метка 2Т, пробел 2Т, метка 2Т, 5Т или более длинный пробел”. Выявляется величина сдвига позиции записи, который зависит от этих пробела 2Т и метки 2Т и длины предшествующей метки и длины последующего пробела.

Способ обнаружения сдвига включает в себя измерение $|P_a-P_b|-P_{std}$, полученной путем сравнения декодирования по схеме Витерби и сигнала воспроизведения для каждого шаблона для обнаружения величины сдвига. На основании результата обнаружения, они преобразуются в соответствующие табличные значения для

расширенной компенсации записи, и компенсация записи производится с этими значениями. Однако существует другой пример способа обнаружения сдвига.

Например, выделяется участок, включающий в себя битовую ошибку, и сравниваются шаблон ошибки и кодовая последовательность исходной записи. На основании
5 тенденции сдвига битовой ошибки, производится расширенная компенсация записи. На фиг. 23 показан результат сравнения правильной кодовой последовательности и декодированных данных ошибки на основании сравнения правильного шаблона фактически записанной кодовой последовательности и бита, декодированного по
10 схеме Витерби, выведенного из сигнала воспроизведения. Результат, показанный на фиг. 23, является иллюстративным результатом, полученным путем сравнения с правильным шаблоном, ошибочного участка данных, декодированных по схеме Витерби, воспроизводимого из метки записи, которая была записана с компенсацией записи, производимой согласно длине метки и длинам предшествующих ей и
15 следующих за ней пробелов, т.е. только с компенсацией записи меток и пробелов с евклидовым расстоянием 14 в таблице 1, до расширенной компенсации записи.

На фиг. 23, каждая пара прямоугольников включает в себя последовательность данных правильного шаблона, т.е. последовательность данных исходной записи,
20 слева. Справа показан результат ошибки в воспроизводимых данных, полученных путем декодирования по схеме Витерби сигнала, воспроизводимого с части оптического дискового носителя, где записан правильный шаблон. В каждом прямоугольнике “0” представляет метку 1Т, и “1” представляет пробел 1Т. Например, “00” представляет метку 2Т, и “000” представляет метку 3Т. Среди пар кодовых
25 последовательностей, показанных на фиг. 23(a) и 23(b), на фиг. 23(a) показано множество кодовых последовательностей, ошибочно выявленных как совершающие передний сдвиг относительно правильных кодовых последовательностей, и на фиг. 23(b) показано множество кодовых последовательностей, ошибочно выявленных как
30 совершающие задний сдвиг относительно правильных кодовых последовательностей. Запись и воспроизведение кодовых последовательностей продвигаются сверху вниз на чертеже.

Самая левая пара кодовых последовательностей на фиг. 23(a) является частью кодовой последовательности, в которой ошибка фактически возникает при записи
35 кодовой последовательности “пробел 4Т, метка 2Т, пробел 2Т, пробел 3Т” и которая была ошибочно выявлена как “пробел 3Т, метка 2Т, пробел 2Т, метка 3Т”.

Распознанная здесь ошибка состоит в том, что каждая последовательность “метка 2Т, пробел 2Т, метка 3Т” совершила передний сдвиг на 1 бит. Самая левая пара кодовых
40 последовательностей на фиг. 23(b) является частью кодовой последовательности, в которой ошибка фактически возникает при записи кодовой последовательности “метка 3Т, пробел 2Т, метка 2Т, пробел 3Т” и которая была ошибочно выявлена как “пробел 4Т, метка 2Т, пробел 2Т, метка 3Т”. Распознанная здесь ошибка состоит в том, что каждая последовательность “метка 3Т, пробел 2Т, метка 2Т” совершила задний
45 сдвиг на 1 бит.

При проверке всех пар ошибочных кодовых последовательностей на фиг. 23(a) и 23(b), кодовые последовательности, которые фактически включают в себя ошибки, обнаруживаются следующим образом. В частности, на фиг. 23(a), в 34 из 40 шаблонов,
50 выявляется записанный шаблон с передним сдвигом в части “3Т или более длинный пробел, метка 2Т, пробел 2Т” на 1 бит. На фиг. 23(b), в 23 из 28 шаблонов, выявляется записанный шаблон с задним сдвигом в части “пробел 2Т, метка 2Т, 3Т или более длинный пробел” на 1 бит. Таким образом, большая часть ошибок приписывается

переднему или заднему сдвигу на 1 бит шаблона, представленного в таблице 3, который включает в себя следующую последовательность “пробел 2Т-метка 2Т” или “метка 2Т-пробел 2Т”.

5 Понятно, что шаблоны, представленные выше в таблице 3, выражают кодовую последовательность, которая легко приводит к битовой ошибке вследствие оптической межсимвольной помехи или тепловой помехи в случае записи высокой плотности, например, 33.4 ГБ. Кроме того, в отношении этих шаблонов, в случае, когда следующий шаблон включает в себя комбинацию “метка 2Т-пробел 2Т”, как
10 показано на фиг. 23(a), сигнал воспроизведения включает в себя переднюю ошибку. В случае, когда следующий шаблон включает в себя комбинацию “пробел 2Т-метка 2Т”, как показано на фиг. 23(b), сигнал воспроизведения включает в себя заднюю ошибку.

15 Таким образом, расширенная компенсация записи производится с использованием разных значений компенсации записи для случая, когда за меткой 2Т следует пробел 2Т и ей предшествует 3Т или более длинный пробел, и случая, когда за меткой 2Т следует пробел 2Т и ей предшествует пробел 2Т, что позволяет уменьшать битовую ошибку.

20 Аналогично, расширенная компенсация записи производится с использованием разных значений компенсации записи для случая, когда метке 2Т предшествует пробел 2Т и за ней следует 3Т или более длинный пробел, и случая, когда метке 2Т предшествует пробел 2Т и за ней следует пробел 2Т, что позволяет уменьшать битовую ошибку.

Эти примеры конкретно описаны ниже.

25 Прежде всего, предполагается, что длина метки для интересующей метки и длина пробела для непосредственно предшествующего ей пробела являются наименьшими длинами (2Т) в кодированных данных. Также предполагается, что длина метки для метки, следующей за этим пробелом (второй метки), равна наименьшей длине (2Т).
30 Величина перемещения двух или более последовательных фронтов импульсов (например, dT_{F1} и dT_{F2}) в серии импульсов записи в этом случае обозначена “x1”. Величина перемещения двух или более последовательных фронтов импульсов (например, dT_{F1} и dT_{F2}) в серии импульсов записи в условиях, когда длина второй метки отличается от наименьшей длины ($\geq 3Т$), обозначена “y1”.

35 Кроме того, предполагается, что длина метки для интересующей метки и длина пробела для непосредственно последующего ей пробела являются наименьшими длинами (2Т) в кодированных данных. Также предполагается, что длина метки для метки, которой предшествует этот пробел (третьей метки), равна наименьшей
40 длине (2Т). Величина перемещения двух или более последовательных фронтов импульсов (например, dT_{E2} и dT_{E3}) в серии импульсов записи в этом случае обозначена “x2”. Величина перемещения двух или более последовательных фронтов импульсов (например, dT_{E2} и dT_{E3}) в серии импульсов записи в условиях, когда длина метки третьей метки отличается от наименьшей длины ($\geq 3Т$), обозначена “y2”.

45 Согласно вышеуказанным предположениям, изменяют x1, x2, y1, и y2 таким образом, чтобы выполнялась следующая формула:

$$(y1-x1) \times y2-x2 \leq 0.$$

50 В частности, особенно эффективно перемещение фронта импульса записи в противоположных направлениях в зависимости от того, является ли предшествующая метка меткой “2Т” или “3Т или длиннее”, и является ли последующая метка меткой “2Т” или “3Т или длиннее”, согласно распределению ошибки, и осуществление записи со сдвигом в позиции метки 2Т при фиксированной ширине импульса записи на

пиковом уровне мощности (верхней ширины импульса). Такая организация позволяет уменьшать межсимвольную помеху и тепловую помеху без изменения размера метки записи (2Т).

5 Кроме того, кодовая последовательность, в которой происходит ошибка, сравнивается с исходными данными для выявления типа и направления кодовой последовательности, в которой происходит ошибка, и комбинация кодовых последовательностей, имеющих наибольшую частоту появления или наибольшую вероятность появления битовых ошибок, подвергается компенсации записи. Таким образом, частота битовой ошибки дополнительно уменьшается, что позволяет повысить качество сигнала воспроизведения.

Кроме того, x_1 , x_2 , y_1 и y_2 можно регулировать таким образом, чтобы выполнялась следующая формула:

$$|y_1 - x_1| = |y_2 - x_2|.$$

15 В результате, половинная позиция записи метки 2Т одинаково сдвигается к передней стороне и задней стороне. Средняя величина позиций записи всей метки 2Т остается неизменной даже после сдвига этого фронта импульса записи. Таким образом, даже когда величины изменения условий импульса записи ($y_1 - x_1$, $y_2 - x_2$) для последовательности метки 2Т, пробела 2Т с предшествующей или последующей меткой 2Т и 3Т или более длинной метки с предшествующим или последующим пробелом 2Т изменяются, абсолютные значения величин изменения остаются неизменными, и изменение производится в противоположных направлениях. Таким образом, изменение фазы в ФАПЧ в целом мало, что позволяет уменьшить ошибку обнаружения вследствие фазового сдвига в ФАПЧ.

Здесь, в случае, когда евклидово расстояние шаблонов переходов между состояниями, которые могут брать два пути перехода между состояниями, равно 12, целевое значение регулировки сдвига не изменяется, в результате чего каждый шаблон оказывается равным 0. Вместо этого, в случае, когда 4 кодовые последовательности метки, пробелы, метки и пробела включают в себя две или более правильные кодовые последовательности, регулировка сдвига может осуществляться так, чтобы средняя величина сдвига была равна 0 в двух или более кодовых последовательностях. Каждый из переходов “S2k-7→S1k” и “S3k-5→S2k” в таблице 3 включает в себя правильную кодовую последовательность “метка 3Т, пробел 2Т, метка 2Т, пробел 3Т”. Одна из кодовых последовательностей, подлежащих сравнению, представляет собой “пробел 2Т, метка 2Т, пробел 2Т, метка 4Т”, а другая - “пробел 4Т, метка 2Т, пробел 2Т, метка 2Т”. Осуществляется сравнение с кодовой последовательностью другого направления сдвига, и регулировка осуществляется так, чтобы среднее значение сдвигов, выявленных в соответствующих шаблонах, было равно 0, что позволяет эффективно корректировать отклонение сдвига и уменьшать межсимвольную помеху или тепловую помеху.

45 Теперь опишем шаблоны записи. В общем случае, с увеличением длины кода, частота (вероятность) появления шаблонов записи относительно длины кода уменьшается. В частности, частота появления составляет 2Т>3Т>4Т>...>8Т. Например, приближенно, 2Т составляет 38%, 3Т составляет 25%, и 4Т составляет 16%. Заметим, что распределение длины кода шаблона записи, модулированного по схеме 17PP, который используется при записи обычных пользовательских данных, также зависит от немодулированной последовательности данных. В случае, когда запись осуществляется при условиях импульса записи, изменяемых с использованием шаблонов записи, имеющих разные частоты появления длин кодов, и записанная

метка считывается, и различие между двумя условиями импульса записи выявляется как величина отклонения края, запись подвергается влиянию вышеописанных частоты появления соответствующих длин кодов для модулированных кодов, в связи с чем, фаза, предположительно синхронизированная посредством ФАПЧ, подвергается значительному влиянию конкретной длины кода в смысле изменения. В особенности, при записи метки 2Т, которая имеет вероятность появления 1/3 или выше, изменение краевой позиции метки 2Т приводит к изменению распределения средней фазы всех меток записи. Соответственно, фаза, предположительно синхронизированная посредством ФАПЧ, сдвигается. В случае, когда информация краевой позиции метки записи выявляется с использованием тактового сигнала ФАПЧ, возникают значительные ошибки обнаружения в информации краевой позиции или в фазовых компонентах меток в случае длин меток, которые имеют сравнительно низкие частоты появления, в особенности, в этом варианте осуществления, в случае длин меток, больших или равных 4Т.

Шаблоны записи, используемые для регулировки меток 2Т и 3Т согласно настоящему варианту осуществления, это особые шаблоны, в которых частоты появления длин кодов от 2Т до 8Т, в целом, равны, и которые подвергаются DSV-контролю. Благодаря использованию вышеописанных особых шаблонов с равными частотами появления, частота появления каждой длины кода равна 1/7, так что частота появления каждого из 2Т и 3Т равна 1/7, и частота появления 4Т или длиннее равна 5/7. Таким образом, частота появления меток длиной 4Т или более становится преобладающей. В этом случае, даже когда условия импульса записи меток 2Т и 3Т изменяются, краевые позиции меток записи 4Т или длиннее, условия импульса записи которых не изменяются, не изменяются. Таким образом, изменение фазы в ФАПЧ в целом мало, что позволяет уменьшить ошибку обнаружения вследствие фазового сдвига в ФАПЧ.

Сигналы, подлежащие предварительной записи, можно генерировать путем осуществления первой пробной записи с использованием кодовой последовательности, из которой исключена длина наиболее короткой метки (2Т), для получения значения компенсации записи для длин кодов длин 3Т или более длинной метки, и затем, путем осуществления второй пробной записи с использованием кодовой последовательности, включающей в себя сигнал 2Т, для получения значения компенсации записи для длин кодов, включающих в себя сигнал 2Т. На оптическом дисковом носителе, где емкость на слой записи данных равна 33.4 ГБ, амплитуды коротких меток и пробелов в сигнале воспроизведения чрезвычайно малы. В условиях, когда на таком оптическом дисковом носителе позиция метки записи сигнала 2Т не была правильно записана, правильное позиционирование длинных меток и пробелов, которые равны или длиннее 3Т, иногда представляет трудность. В случае, когда воспроизводится сигнал, который включает в себя чрезвычайно большую межсимвольную помеху, как описано выше, запись сигнала можно реализовать посредством первых меток записи с длиной кода 3Тw или длиннее и правильного выполнения компенсации записи на краевых позициях меток и пробелов 3Тw или длиннее, с последующей записью сигнала, который включает в себя сигнал 2Тw, и правильно осуществляемой компенсацией на позициях записи меток и пробелов 2Тw. При такой организации, запись может осуществляться более правильно и более эффективно, что позволяет повысить качество сигнала воспроизведения.

При пробной записи, размер метки записи и величины сдвига коротких меток, например, меток 2Т и 3Т, отличаются для соответствующих условий записи.

Поскольку коэффициенты отвода адаптивного выравнивающего фильтра изменяются при каждом проведении пробной записи, необходимо дополнительно учитывать состояние сдвига сигнала чтения, которое зависит от изменений состояния воспроизведения помимо изменений состояния записи. Таким образом, для
5 правильного осуществления регулировки сдвига, обусловленного различиями в условиях записи, в случае производства регулировки записи, предпочтительна предварительная фиксация значений подъема эквалайзера воспроизведения или
10 коэффициентов отвода адаптивного выравнивающего фильтра для регулировки пробной записи или компенсации записи. Это позволяет точно регулировать позицию сдвига каждого шаблона.

Далее, процедура расширенной компенсации записи описана со ссылкой на фиг. 24. На фиг. 24 показана логическая блок-схема, иллюстрирующая процедуру
15 расширенной компенсации записи на оптическом дисковом носителе согласно настоящему варианту осуществления, для оптимизации условий импульса записи. Компьютерная программа, которая определяет процедуру процесса, описанного в этой логической блок-схеме, выполняется компьютером. Компьютер и оборудование, необходимое для этого процесса, действуют как оптическое устройство
20 записи/воспроизведения, показанное на фиг. 1.

На первом этапе задаются условия записи. Блок 110 вычисления условия импульса записи задает условия записи, предварительно записанные на оптическом дисковом носителе 101, или условия записи, хранящиеся в памяти оптического устройства записи.

Второй этап - это этап записи для регулировки шаблонов, которые имеют кодовое
25 расстояние 14. Блок 112 компенсации записи управляет блоком 113 возбуждения лазера и светоизлучающим блоком 102 для осуществления пробной записи на заданной дорожке на оптическом дисковом носителе 101 при условиях записи, заданных на первом этапе.

На третьем этапе осуществляется воспроизведение записанного сигнала и
30 обнаружение краевого сдвига с кодовым расстоянием 14. Блок 109 обнаружения сдвига выявляет 18 шаблонов краевого сдвига, представленных в таблице 1, согласно вышеописанному способу обнаружения краевого сдвига.

Четвертый этап - это этап определения, действительно ли величина краевого сдвига
35 с кодовым расстоянием 14, представленного в таблице 1, меньше или равна желаемому значению. Если величина краевого сдвига подавляется, чтобы быть меньшей или равной желаемому значению, процедура переходит к следующему этапу. С другой стороны, если величина краевого сдвига не подавляется, чтобы быть
40 меньшей или равной желаемому значению, процедура возвращается к вышеописанному второму этапу. Блок 110 вычисления условия импульса записи задает условия компенсации записи согласно величине краевого сдвига для другого сеанса пробной записи.

На пятом этапе осуществляется обнаружение фазового сдвига с кодовым
45 расстоянием 12, представленного в таблице 2 и в таблице 3. Блок 109 обнаружения сдвига выявляет 18 шаблонов фазового сдвига, представленных в таблице 2 и в таблице 3, согласно вышеописанному способу обнаружения сдвига.

Заметим, что, в отношении кодового расстояния 14, выявляется “краевой сдвиг”, но
50 в отношении кодового расстояния 12, выявляется “фазовый сдвиг”. Причины тому описаны ниже. Регулировка шаблонов с кодовым расстоянием 14 реализуется путем изменения импульса записи для изменения “краевой позиции” метки на переднем и заднем конце. Поэтому необходимо обнаруживать краевой сдвиг метки пробной

записи. С другой стороны, регулировка шаблонов с кодовым расстоянием 12 реализуется не путем регулировки позиции переднего конца или позиции заднего конца метки, а путем изменения позиций записи множества последовательных меток и пробелов. Таким образом, необходимо обнаруживать метки и пробелы пробной записи как целое. В этом описании изобретения различие между целями обнаружения идентифицируется с использованием различных терминов, “краевой сдвиг” и “фазовый сдвиг”. Заметим, что эти различные термины используются для удобства и поэтому не подлежат строгой интерпретации. Дело в том, что “фазовый сдвиг” имеет более широкий смысл, который относится к обнаружению краевого сдвига в соответствующих метках пробной записи.

Шестой этап - это этап определения, действительно ли величина краевого сдвига с кодовым расстоянием 12, представленного в таблице 2 и в таблице 3, подавляется, чтобы быть меньшей или равной желаемому значению. Если величина фазового сдвига подавляется, чтобы быть меньшей или равной желаемому значению, процедура регулировки заканчивается. Если величина фазового сдвига не подавляется, чтобы быть меньшей или равной желаемому значению, процедура регулировки переходит к следующему этапу.

Седьмой этап - это этап записи для регулировки шаблонов с кодовым расстоянием 12. Блок 110 вычисления условия импульса записи задает условия компенсации записи согласно результату фазового сдвига, выявленного на пятом этапе, и пробная запись осуществляется на заданной дорожке на оптическом дисковом носителе. Затем процедура возвращается к этапу 5.

Процедура согласно настоящему варианту осуществления, показанная на фиг. 24, включает в себя осуществление пробной записи в области пробной записи для определения значений компенсации записи. Однако запись в области пробной записи невозможна в некоторых устройствах, например, в устройстве экспонирования для изготовления мастера. В таком случае, пробная запись может осуществляться на другом материальном диске оптического дискового носителя для определения условий записи до процесса резанья мастер-диска.

Оптический дисковый носитель согласно настоящему варианту осуществления включает в себя оптические дисковые носители такого типа, в котором эффекты тепловой помехи сильно изменяются согласно длинам пробелов, которые предшествуют метке и следуют за ней. Когда запись осуществляется на оптическом дисковом носителе такого типа, необходимо изменять условия импульса записи согласно не только длине метки, но и длинам предшествующих и последующих пробелов. Заметим, однако, что, с учетом длины пробелов, предшествующих метке и следующих за ней, количество комбинаций условий импульса записи возрастает двумерно, и соответственно, количество параметров, регулируемых посредством пробной записи, возрастает. Поэтому увеличивается период времени, необходимый для обучения, и используется большее количество дорожек в области обучения условиям записи. На оптических дисковых носителях, которые позволяют производить запись только один раз в одной и той же области, например, дисковых носителях однократной записи, количество сеансов обучения ограничено, поскольку область обучения условиям записи имеет ограниченное количество дорожек, и использовать большое количество дорожек в одном сеансе обучения не рекомендуется. Поэтому способ оптимизации условий импульса записи согласно настоящему варианту осуществления включает в себя регулировку условий импульса записи согласно классификации для соответствующих длин меток. В случае

оптического дискового носителя, имеющего свойства, которые не нуждаются в компенсации согласно длинам пробелов, предшествующих метке и следующих за ней, условия импульса записи корректируются согласно только длине метки, без осуществления ненужного этапа регулировки. Таким образом, ограничивая
5 коррекцию условий импульса записи регулировкой для соответствующих длин меток, можно сократить время регулировки и можно эффективно повысить качество сигнала записанных меток.

С другой стороны, в случае оптического дискового носителя, который нуждается в
10 регулировке условий импульса записи согласно длинам пробелов, непосредственно предшествующих метке и следующих за ней, и длинам меток с предшествующим пробелом и последующим пробелом, или в случае, когда одной лишь коррекции условий импульса записи для соответствующих длин меток и соответствующих длин пробелов для предшествующих и последующих пробелов не достаточно для
15 обеспечения достаточной компенсации отклонений записанных меток, условия импульса записи регулируются согласно не только длинам пробелов, предшествующих метке и следующих за ней, но и длинам меток, предшествующих пробелам и следующих за ними, что позволяет повысить качество сигнала записанных
20 меток.

Кроме того, информацию, относящуюся к классификации, например, производится ли расширенная компенсация записи, количество классов длин меток и длин пробелов для компенсации записи, необходима ли компенсация предшествующей метки,
25 необходима ли компенсация последующей метки, количество классов, и т.д., можно предварительно сохранять в заданной области оптического дискового носителя. Заданная область может быть областью 1003 хранения начального значения (фиг. 2), которая предусмотрена во вводной области на внутреннем периметре оптического дискового носителя. Это позволяет корректировать условия импульса записи согласно
30 свойствам оптического дискового носителя, без осуществления ненужных этапов регулировки. В случае, когда количество классов для компенсации записи, или необходима ли компенсация предшествующей или последующей метки, таким образом, заранее известно, можно сократить время для регулировки и можно эффективно повысить качество сигнала записанных меток.

После обучения в приводе оптического диска, информацию, относящуюся к классификации, например, производится ли расширенная компенсация записи, количество классов длин меток и длин пробелов для компенсации записи, необходима ли компенсация предшествующей метки, необходима ли компенсация последующей
40 метки, количество классов, и т.д., можно записывать в заданной области. Заданная область может быть областью 1003 хранения начального значения, которая предусмотрена во вводной области на внутреннем периметре оптического дискового носителя. Это позволяет корректировать условия импульса записи согласно свойствам оптического дискового носителя, без осуществления ненужных этапов регулировки
45 при следующем запуске. В случае, когда количество классов для компенсации записи или необходима ли компенсация предшествующей или последующей метки, таким образом, заранее известно, можно сократить время для регулировки и можно эффективно повысить качество сигнала записанных меток.

Устройство воспроизведения или способ воспроизведения, отвечающий настоящему изобретению, включает в себя блок воспроизведения или этап воспроизведения для
50 облучения оптического дискового носителя светом лазера для воспроизведения информации. Кроме того, как описано ранее, устройство воспроизведения или способ

может включать в себя блок или этап извлечения информации, относящейся к классификации, записанной в заданной области оптического дискового носителя (например, в области 1003 хранения начального значения), например, производится ли расширенная компенсация записи, количество классов длин меток и длин пробелов для компенсации записи, необходима ли компенсация предшествующего и последующего пробела, необходима ли компенсация предшествующей метки, необходима ли компенсация последующей метки, количество классов, и т.д. Это позволяет корректировать условия импульса записи согласно свойствам оптического дискового носителя, без осуществления ненужных этапов регулировки при следующем запуске. В случае, когда количество классов для компенсации записи или необходима ли компенсация предшествующей или последующей метки таким образом, заранее известно, можно сократить время для регулировки, и можно эффективно повысить качество сигнала записанных меток.

Хотя описание настоящего варианта осуществления было приведено на примере способа PR(1,2,2,2,1)ML, настоящее изобретение не ограничивается этим примером. Можно выбрать комбинацию способов PRML, которые позволяют реализовать концепцию настоящего изобретения.

Хотя описанный здесь вариант осуществления настоящего изобретения предусматривает способ оптической записи, можно предусмотреть способ оптической записи/воспроизведения, который включает в себя запись и воспроизведение.

Хотя вариант осуществления настоящего изобретения описан на примере оптического устройства записи/воспроизведения и оптического дискового носителя однократной записи, настоящее изобретение не ограничивается этим примером. Настоящее изобретение полезно для устройства экспонирования для изготовления мастера для перезаписываемых оптических дисковых носителей или оптических дисковых носителей только для чтения. Например, на этапе мастеринга, включенного в процесс изготовления оптического дискового носителя только для чтения, даже когда резанье материального диска осуществляется с использованием лазерного пучка на длине волны около 400 нм на покрытии из неорганического резиста, способ оптической записи согласно настоящему варианту осуществления дает очень хорошие результаты.

На фиг. 25 показано такое устройство резанья материального диска. Устройство резанья материального диска включает в себя объектив 2203, мотор 2204, модулятор 2205 света, лазер 2706, схему 2207 компенсации записи, память 2208, схему 2209 генерации шаблонов записи и поворотный стол 2210.

Согласно фиг. 25, память 2208 содержит значения расширенной компенсации записи, показанные на фиг. 10, которые были получены устройством, показанным на фиг. 1. Прежде всего, информация о способе регулировки для dT_{F1} , dT_{F2} , dT_{F3} , dT_{E1} , dT_{E2} и dT_{E3} извлекаются из памяти 2208. В схеме 2209 генерации шаблонов записи осуществляется модуляция, добавление ECC, скремблирование и т.д., благодаря чему она преобразуется в двоичные данные для записи (сигнал NRZI). Лазерный пучок, излучаемый лазером 2206, модулируется в отношении мощности излучения модулятором 2205 света согласно выходному сигналу схемы 2207 компенсации записи и направляется через объектив 2203 на покрытие 2202 из неорганического резиста, нанесенное на стеклянный материальный диск 2201. На этом этапе, двоичная запись реализуется посредством наличия и отсутствия облучения. Затем участки, облученные лазером, расплавляются, и осуществляется напыление металла, например, никеля, в результате чего получается металлическая матрица, имеющая ямки

вогнутости/выпуклости. Металлическая матрица используется как форма для формования подложки диска, и пленка записи и другие элементы формируются на подложке диска. Две подложки, на по меньшей мере одной стороне каждой из которых сформирована пленка записи, объединяются в один диск.

5 Когда резанье материального диска осуществляется с использованием электронного пучка, ямки можно формировать с высокой плотностью, ввиду его малой длины волны. Однако время, необходимое для резки, значительно больше по сравнению со случаем лазерного пучка, и, соответственно, стоимость изготовления мастер-диска оптического дискового носителя возрастает. Благодаря использованию устройства оптической информации, согласно настоящему варианту осуществления, резанье материального диска осуществляется с использованием лазерного пучка, что позволяет изготавливать недорогие оптические дисковые носители.

15 Способ изготовления оптического дискового носителя согласно настоящему варианту осуществления, в котором используется вышеописанное устройство экспонирования для изготовления мастера, может включать в себя этап формирования заданной области на оптическом дисковом носителе для хранения информации, касающейся классификации, которая необходима для вышеописанной расширенной компенсации записи. Информация, касающаяся классификации, может включать в себя сведения о том, производится ли расширенная компенсация записи, количество классов длин меток и длин пробелов для компенсации записи, необходима ли компенсация предшествующей метки, необходима ли компенсация последующей метки, количество классов, и т.д. Заданная область может быть областью 1003 хранения начального значения, которая предусмотрена во вводной области на внутреннем периметре оптического дискового носителя. Такой способ изготовления позволяет записывать информацию, относящуюся к классификации на оптическом дисковом носителе. Это позволяет корректировать условия импульса записи согласно свойствам оптического дискового носителя, без осуществления ненужных этапов регулировки. В случае, когда количество классов для компенсации записи или необходима ли компенсация предшествующей или последующей метки, таким образом, заранее известно, можно сократить время для регулировки, и можно эффективно повысить качество сигнала записанных меток.

35 Затем, на фиг. 26 схематически показана конфигурация слоев трехслойного оптического дискового носителя согласно настоящему варианту осуществления. В трехслойном оптическом дисковом носителе, подложка 2603, слой 2600 записи данных L0 ("L0" - это сокращение от "Layer0"), слой 2601 записи данных L1, слой 2602 записи данных L2 и покровный слой 2606 располагаются в этом порядке. Свет лазера поступает на подложку 2603 со стороны покровного слоя 2606.

Толщина подложки 2603 составляет примерно 1.1 мм, толщина покровного слоя 2606 составляет по меньшей мере 53 мкм или более, слои записи данных L0, L1 и L2 разделены прозрачными промежуточными слоями 2604 и 2605.

45 В настоящем варианте осуществления, в описанном здесь конкретном примере, толщина покровного слоя 2606 равна 57 мкм, толщина промежуточного слоя 2605 между L2 и L1 равна 18 мкм, и толщина промежуточного слоя 2604 между L1 и L0 равна 25 мкм. Интервалы между соответствующими слоями записи данных, разделенными промежуточными слоями, предпочтительно, заданы так, чтобы помеха от света, дифрагировавшего на соответствующих слоях записи данных (межслоевая помеха), уменьшалась. Настоящее изобретение не ограничивается расстояниями между слоями, заданными вышеописанными толщинами промежуточных слоев. В

особенности, в случае многослойного диска, слои L2 и L1 должны пропускать свет к внутренним слоям и поэтому должны иметь коэффициент пропускания от 55% до 65%.

В случае, когда запись осуществляется на носителе записи, который имеет слой записи такой высокой пропускной способности, с высокой плотностью записи длин меток, которая находится за пределами оптического разрешения, толщины пленок записи соответствующих слоев записи данных, отражающих пленок, диэлектрических пленок и т.д., необходимо уменьшать для обеспечения высокого коэффициента пропускания. Таким образом, рассеяние тепла в диэлектрические пленки и отражающие пленки, предусмотренные на верхней и нижней сторонах пленки записи, меньше, тогда как рассеяние тепла в плоскости пленки записи больше. В частности, при записи меток, краевые позиции меток записи отклоняются вследствие тепловой помехи. Расширенная компенсация записи, отвечающая настоящему изобретению, это способ компенсации записи, особенно эффективный в случае, когда очень малые метки, которые находятся за пределами оптического разрешения, записываются на носитель записи, имеющий такой слой с высоким коэффициентом пропускания.

Заметим, что, хотя в описанных здесь примерах используется такая же оптическая головка, что и в традиционных VD, оптическая головка может иметь любую конфигурацию, при условии, что она способна излучать пучок на оптический носитель информации и выводить сигнал согласно пучку, отраженному от оптического носителя информации.

Промышленное применение

Способ оптической записи/воспроизведения и оптическое устройство записи/воспроизведения согласно настоящему изобретению, которые реализованы для оптических дисковых носителей, имеют преимущество в том, что позволяют производить запись высокой плотности на оптические носители записи, и применимы к производству электрических и электронных устройств, включая цифровые бытовые приборы, устройства обработки информации и т.д.

Перечень условных обозначений

- 101 оптический дисковый носитель
- 102 светоизлучающий блок
- 103 блок предварительного усиления
- 105 блок выравнивания формы волны
- 108 блок обработки PRML
- 109 блок обнаружения сдвига
- 110 блок вычисления условия импульса записи
- 111 блок генерации шаблона записи
- 112 блок компенсации записи
- 113 блок возбуждения лазера.

Формула изобретения

1. Способ оптической записи для записи информации путем облучения оптического дискового носителя модулированной серией импульсов записи света лазера, изменяющихся по множеству уровней мощности, благодаря чему на оптическом дисковом носителе формируется множество меток, причем краевые позиции каждой из меток и пробела между двумя соседними метками используются для записи информации, причем способ содержит этапы, на которых кодируют данные записи для генерации кодированных данных, которые являются комбинацией меток и пробелов,

классифицируют кодированные данные согласно комбинации длины метки для метки, длины пробела для первого пробела, который непосредственно предшествует метке, и длины пробела для второго пробела, который непосредственно следует за меткой,

5 генерируют серию импульсов записи для формирования метки, в которой по меньшей мере одна из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца, и ширины импульса серии импульсов записи изменяется согласно результату классификации, и

10 облучают оптический дисковый носитель сгенерированной серией импульсов записи для формирования множества меток на оптическом дисковом носителе, причем длина пробела для первого пробела классифицируется по M классам длины пробела (M - целое число, большее или равное 1) и длина пробела для второго пробела классифицируется по N классам длины пробела (N - целое число, большее или

15 равно 1), и

причем в случае изменения одной из краевой позиции переднего конца и ширины импульса, на этапе генерации серии импульсов записи изменяют одну из краевой позиции переднего конца и ширины импульса согласно результату классификации, причем M

20 больше N , и в случае изменения краевой позиции заднего конца, на этапе генерации серии импульсов записи изменяют краевую позицию заднего конца согласно результату классификации, причем N больше M .

25 2. Способ оптической записи по п.1, в котором этап классификации включает в себя этап, на котором классифицируют кодированные данные согласно комбинации длины метки наиболее короткой метки, длины пробела для первого пробела, и длины пробела для второго пробела.

30 3. Способ оптической записи по п.1, в котором этап классификации включает в себя этап, на котором классифицируют кодированные данные согласно комбинации следующих условий:

длина метки для метки, равна ли длина пробела для первого пробела “ n ” или “ $n+1$ или длиннее”, и

35 равна ли длина пробела для второго пробела “ n ” или “ $n+1$ или длиннее”, где n - длина наиболее короткого пробела.

40 4. Способ оптической записи по п.1, в котором этап классификации включает в себя этап, на котором классифицируют кодированные данные по длине пробела на четыре класса длины пробела для первого пробела, “ n ”, “ $n+1$ ”, “ $n+2$ ” и “ $n+3$ или длиннее”, и два класса длины пробела для второго пробела, “ n ” и “ $n+1$ или длиннее”, где n - длина наиболее короткого пробела, и этап генерации включает в себя этап, на котором изменяют краевую позицию переднего конца серии импульсов записи согласно результату классификации.

45 5. Способ оптической записи по п.1, в котором этап классификации включает в себя этап, на котором классифицируют кодированные данные по длине пробела на два класса длины пробела для первого пробела, “ n ” и “ $n+1$ или длиннее”, и четыре класса длины пробела для второго

50 пробела, “ n ”, “ $n+1$ ”, “ $n+2$ ” и “ $n+3$ или длиннее”, где n - длина наиболее короткого пробела, и этап генерации включает в себя этап, на котором изменяют краевую позицию заднего конца серии импульсов записи согласно результату классификации.

6. Способ оптической записи по п.1, в котором этап классификации включает в себя этап, на котором классифицируют кодированные данные по длине пробела на четыре класса длины пробела для первого пробела, “n”, “n+1”, “n+2” и “n+3 или длиннее”, и два класса длины пробела для второго пробела, “n” и “n+1 или длиннее”, где n - длина наиболее короткого пробела, и этап генерации включает в себя этап, на котором изменяют ширину импульса серии импульсов записи согласно результату классификации.

7. Способ оптической записи по п.1, в котором этап классификации включает в себя, если длина метки для метки больше длины наиболее короткой метки, этап, на котором классифицируют кодированные данные согласно по меньшей мере любой одной из комбинации длины метки и длины первого пробела и комбинации длины метки и длины второго пробела.

8. Способ оптической записи по п.1, дополнительно содержащий этапы, на которых генерируют аналоговый сигнал с оптического дискового носителя и генерируют цифровой сигнал из аналогового сигнала, изменяют форму волны цифрового сигнала, декодируют по схеме максимального правдоподобия цифровой сигнал измененной формы согласно способу PRML (максимального правдоподобия при неполном отклике),

генерируют двоичный сигнал, который представляет результат декодирования по схеме максимального правдоподобия, и

обнаруживают величину сдвига в форме волны цифрового сигнала измененной формы на основании цифрового сигнала измененной формы и двоичного сигнала,

причем на этапе генерации серии импульсов записи изменяют, на основании результата обнаружения величины сдвига по меньшей мере одну из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи для формирования множества меток.

9. Способ оптической записи по п.8, в котором этап обнаружения включает в себя этап, на котором обнаруживают величину сдвига в форме волны цифрового сигнала путем сравнения кодированных данных и двоичного сигнала, и

этап генерации серии импульсов записи включает в себя этап, на котором изменяют по меньшей мере одну из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи.

10. Способ оптической записи по п.1, в котором этап генерации серии импульсов записи включает в себя этап, на котором изменяют позицию по меньшей мере одного из фронтов импульсов с первого по третий, отсчитываемых от переднего конца, и фронтов импульсов с первого по третий, отсчитываемых от заднего конца, согласно результату классификации.

11. Способ оптической записи по п.1, в котором выполняется следующая формула:

$$ML < \lambda / NA \times 0.26,$$

где λ - длина волны света лазера, NA - числовая апертура объектива, и ML - длина наиболее короткой метки.

12. Способ оптической записи по п.11, в котором длина наиболее короткой метки ML равна 0.128 мкм или менее.

13. Способ оптической записи по п.11, в котором длина волны света лазера λ находится в пределах от 400 нм до 410 нм, и

NA находится в пределах от 0.84 до 0.86.

14. Устройство оптической записи для записи информации путем облучения оптического дискового носителя модулированной серией импульсов записи света лазера, изменяющихся по множеству уровней мощности, благодаря чему на оптическом дисковом носителе формируется множество меток, причем краевые позиции каждой из меток и пробела между двумя соседними метками используются для записи информации, причем устройство содержит

блок кодирования, выполненный с возможностью кодирования данных записи для генерации кодированных данных, которые являются комбинацией меток и пробелов,

блок классификации, выполненный с возможностью классификации кодированных данных согласно комбинации длины метки для метки, длины пробела для первого пробела, который непосредственно предшествует метке, и длины пробела для второго пробела, который непосредственно следует за меткой,

блок генерации формы волны записи, выполненный с возможностью генерации серии импульсов записи для формирования метки, в которой по меньшей мере одна из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи изменяется согласно результату классификации, и

блок возбуждения лазера, выполненный с возможностью облучения оптического дискового носителя сгенерированной серией импульсов записи для формирования множества меток на оптическом дисковом носителе,

причем длина пробела для первого пробела классифицируется по M классам длины пробела (M - целое число, большее или равное 1) и длина пробела для второго пробела классифицируется по N классам длины пробела (N - целое число, большее или равное 1), и

причем

в случае изменения одной из краевой позиции переднего конца и ширины импульса, блок генерации формы волны записи изменяет одну из краевой позиции переднего конца и ширины импульса согласно результату классификации, причем M больше N, и

в случае изменения краевой позиции заднего конца, блок генерации формы волны записи изменяет краевую позицию заднего конца согласно результату классификации, причем N больше M.

15. Устройство оптической записи по п.14, дополнительно содержащее

блок обработки PRML, выполненный с возможностью приема цифрового сигнала, сгенерированного из аналогового сигнала, воспроизводимого с оптического дискового носителя, для изменения формы волны цифрового сигнала, и для декодирования по схеме максимального правдоподобия цифрового сигнала измененной формы согласно способу PRML (максимального правдоподобия при неполном отклике),

блок обнаружения сдвига, выполненный с возможностью обнаружения величины сдвига в форме волны цифрового сигнала на основании двоичного сигнала, который представляет результат декодирования по схеме максимального правдоподобия и цифровой сигнал измененной формы, и

блок компенсации записи, выполненный с возможностью изменять, на основании результата обнаружения величины сдвига, по меньшей мере одну из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи для формирования множества меток.

16. Устройство экспонирования для изготовления мастера для записи информации путем облучения оптического дискового носителя, который представляет собой

материальный диск, покрытый резистом модулированной серией импульсов записи света лазера, изменяющихся по множеству уровней мощности, благодаря чему на оптическом дисковом носителе формируется множество меток, причем краевые позиции каждой из меток и пробела между двумя соседними метками используются для записи информации, устройство содержит

блок кодирования, выполненный с возможностью кодирования данных записи для генерации кодированных данных, которые являются комбинацией меток и пробелов,

блок классификации, выполненный с возможностью классификации кодированных данных согласно комбинации длины метки для метки, длины пробела для первого пробела, который непосредственно предшествует метке, и длины пробела для второго пробела, который непосредственно следует за меткой,

блок генерации формы волны записи, выполненный с возможностью генерации серии импульсов записи для формирования метки, в которой по меньшей мере одна из краевой позиции переднего конца, краевой позиции заднего конца и ширины импульса серии импульсов записи изменяется согласно результату классификации, и

блок возбуждения лазера, выполненный с возможностью облучения оптического дискового носителя сгенерированной серией импульсов записи для формирования множества меток на оптическом дисковом носителе,

причем длина пробела для первого пробела классифицируется по M классам длины пробела (M - целое число, большее или равное 1) и длина пробела для второго пробела классифицируется по N классам длины пробела (N - целое число, большее или равное 1), и

причем

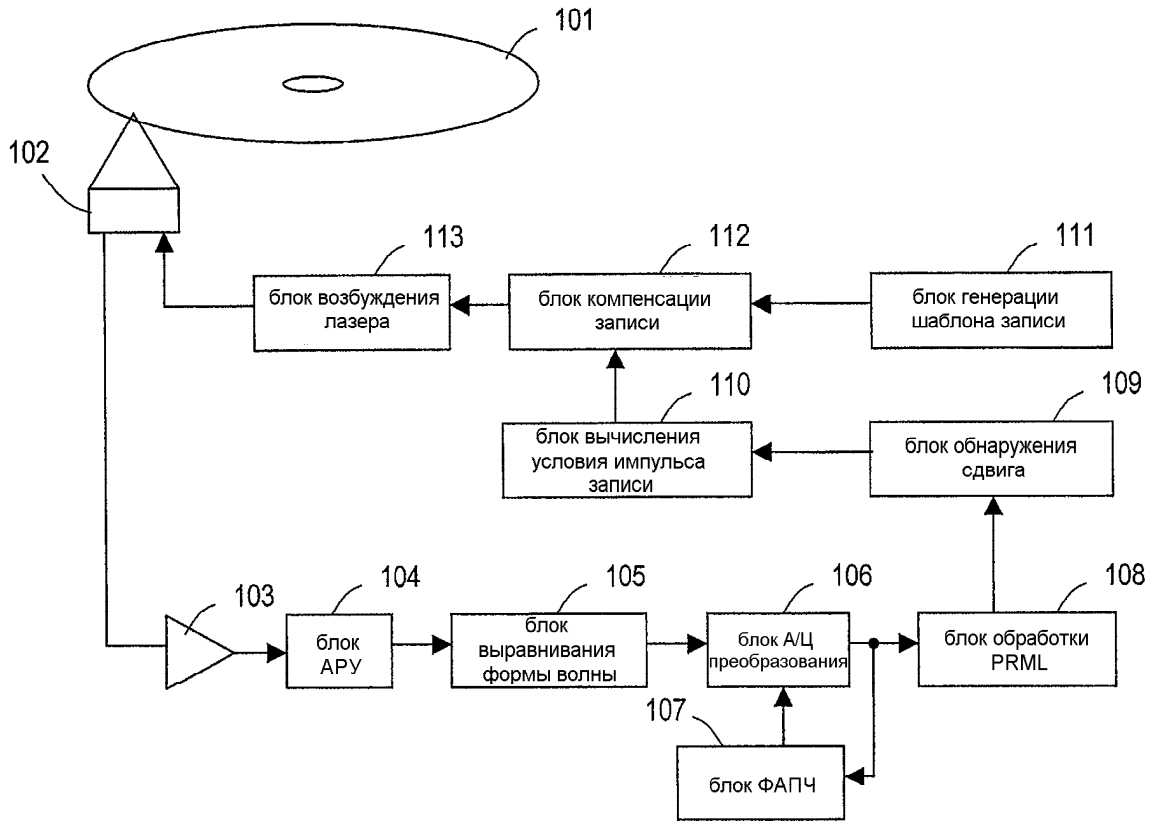
в случае изменения одной из краевой позиции переднего конца и ширины импульса, блок генерации формы волны записи изменяет одну из краевой позиции переднего конца и ширины импульса согласно результату классификации, причем M больше N , и

в случае изменения краевой позиции заднего конца, блок генерации формы волны записи изменяет краевую позицию заднего конца согласно результату классификации, причем N больше M .

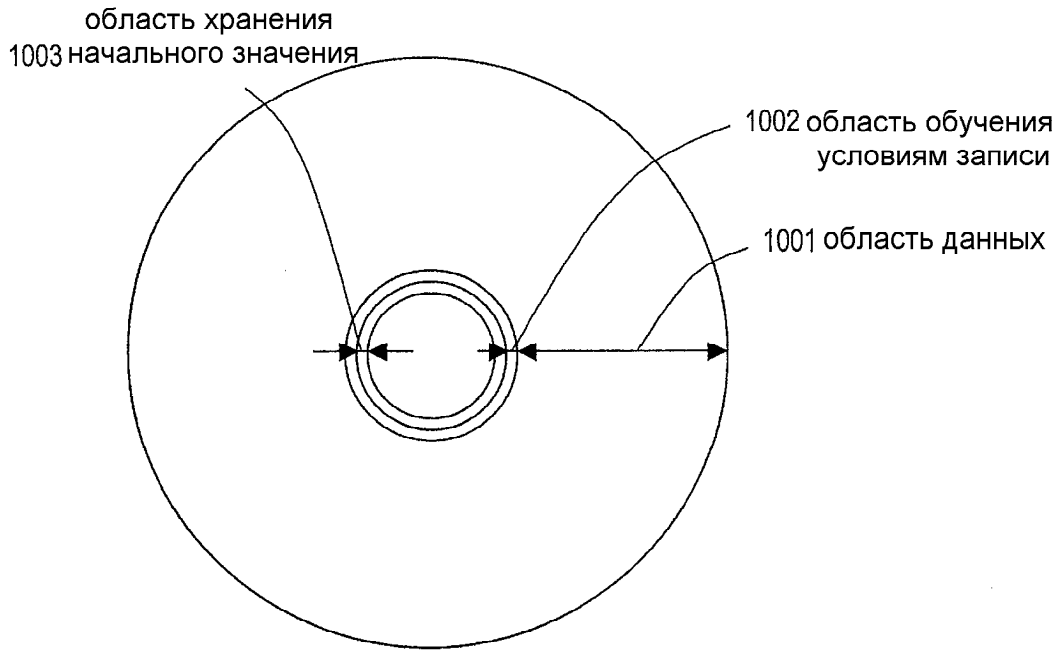
17. Оптический дисковый носитель, в котором информация подлежит записи согласно способу оптической записи по п.1, причем оптический дисковый носитель содержит информацию о классификации в заданной области.

18. Способ изготовления оптического дискового носителя, в котором информация подлежит записи согласно способу оптической записи по п.1, причем способ содержит этап, на котором формируют заданную область, в которой информация о классификации подлежит записи.

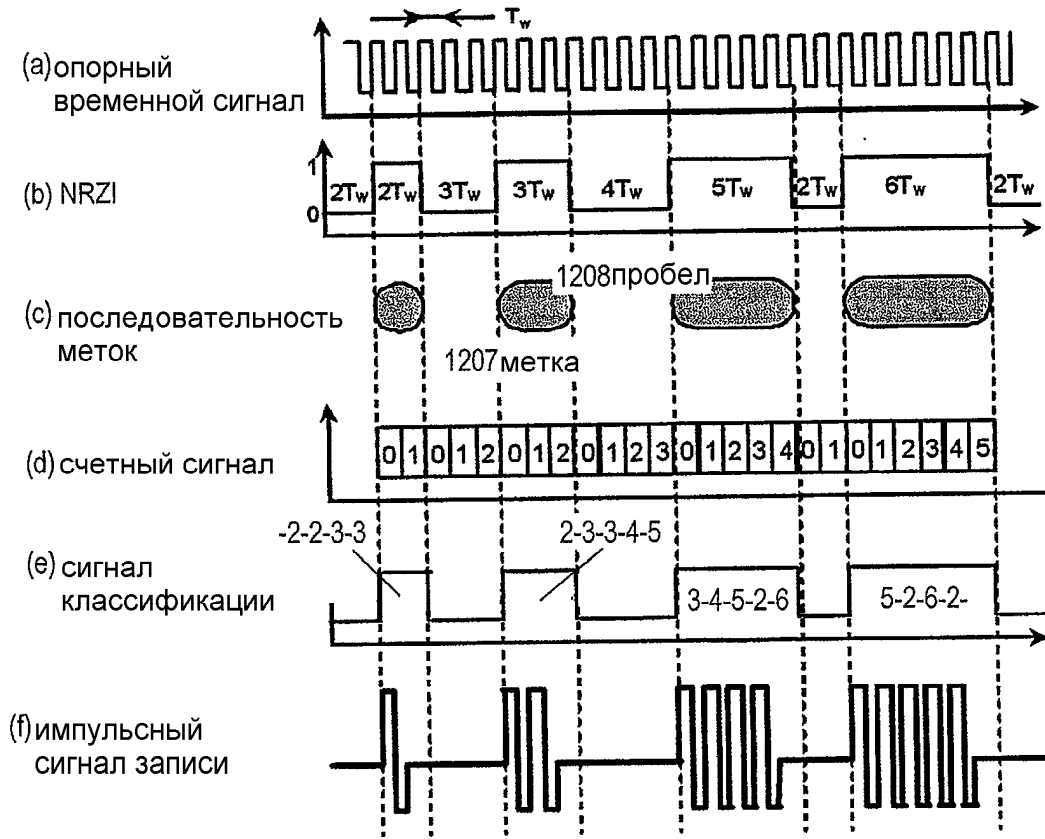
19. Способ воспроизведения информации с оптического дискового носителя, в котором метки подлежат записи согласно способу оптической записи по п.1, причем способ содержит этап, на котором воспроизводят информацию путем облучения оптического дискового носителя светом лазера.



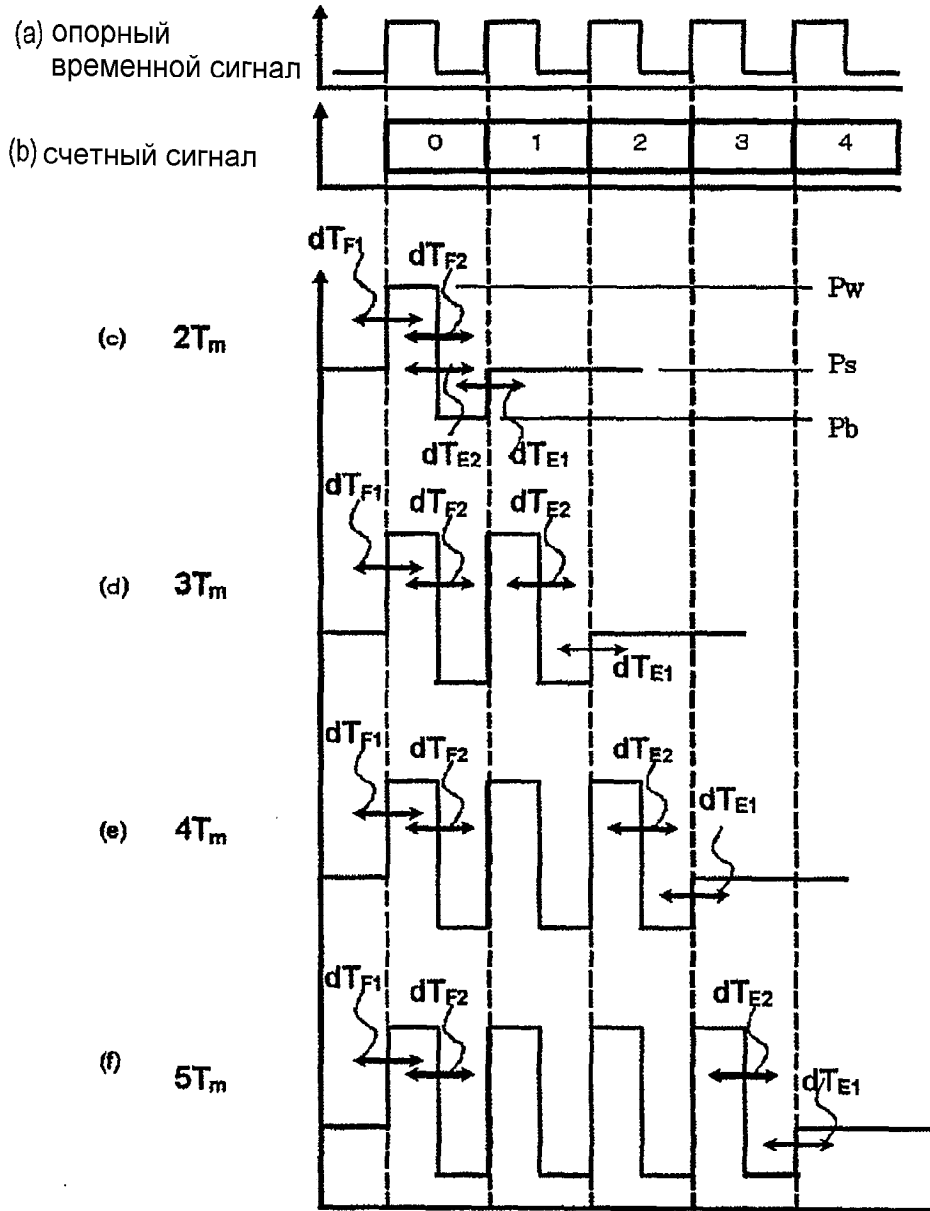
Фиг.1



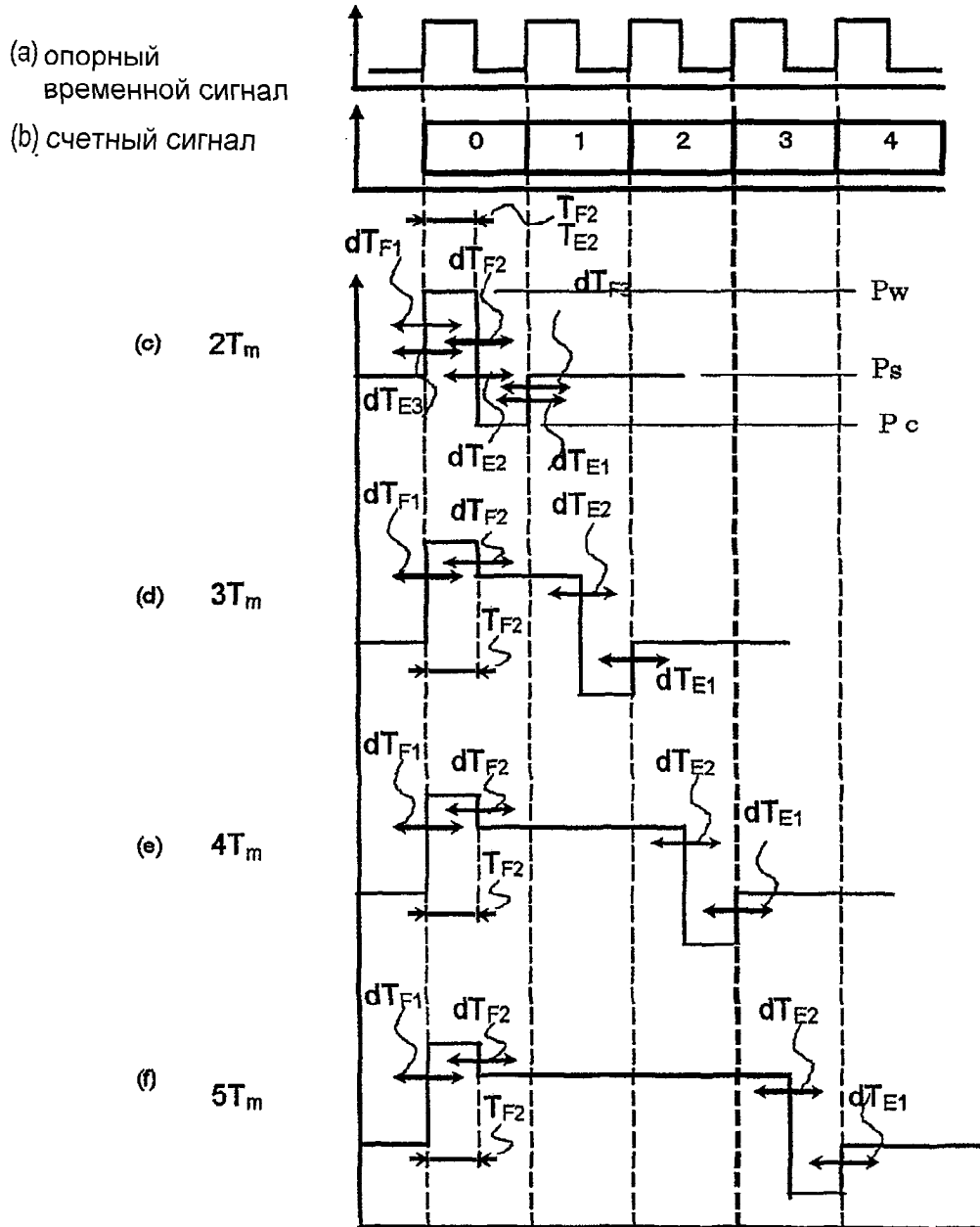
Фиг.2



Фиг.3



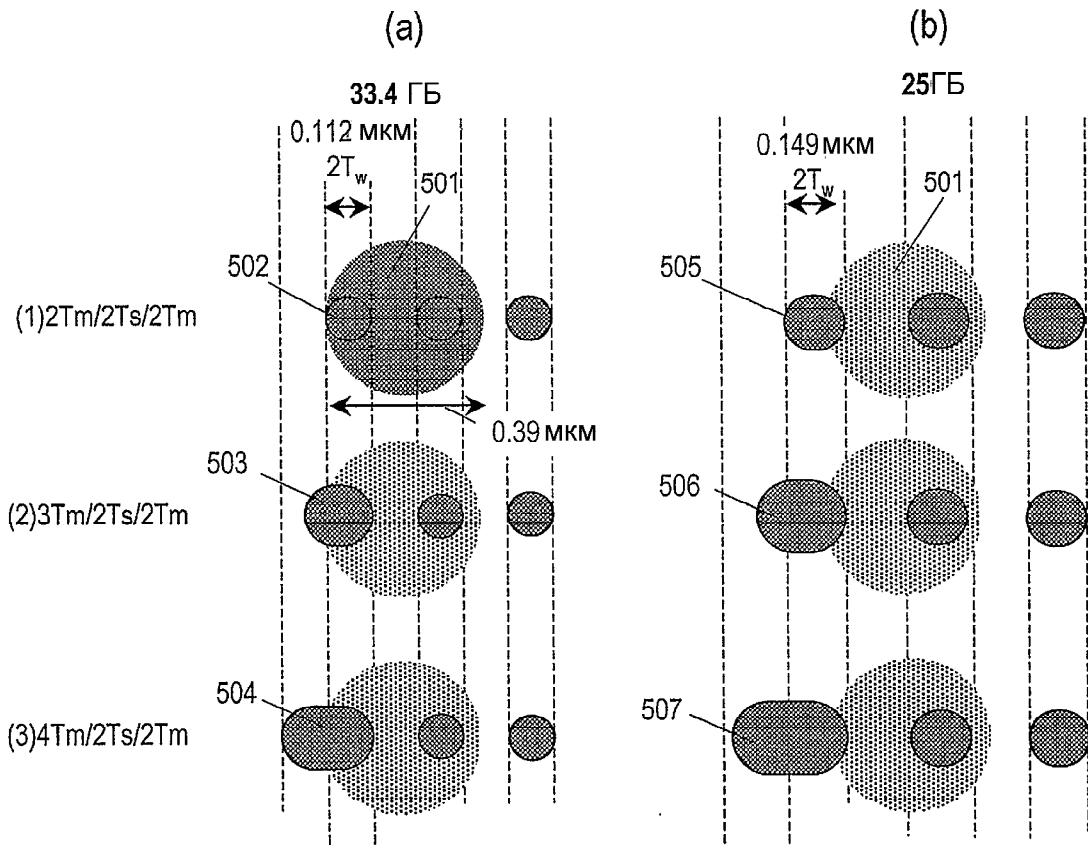
Фиг.4



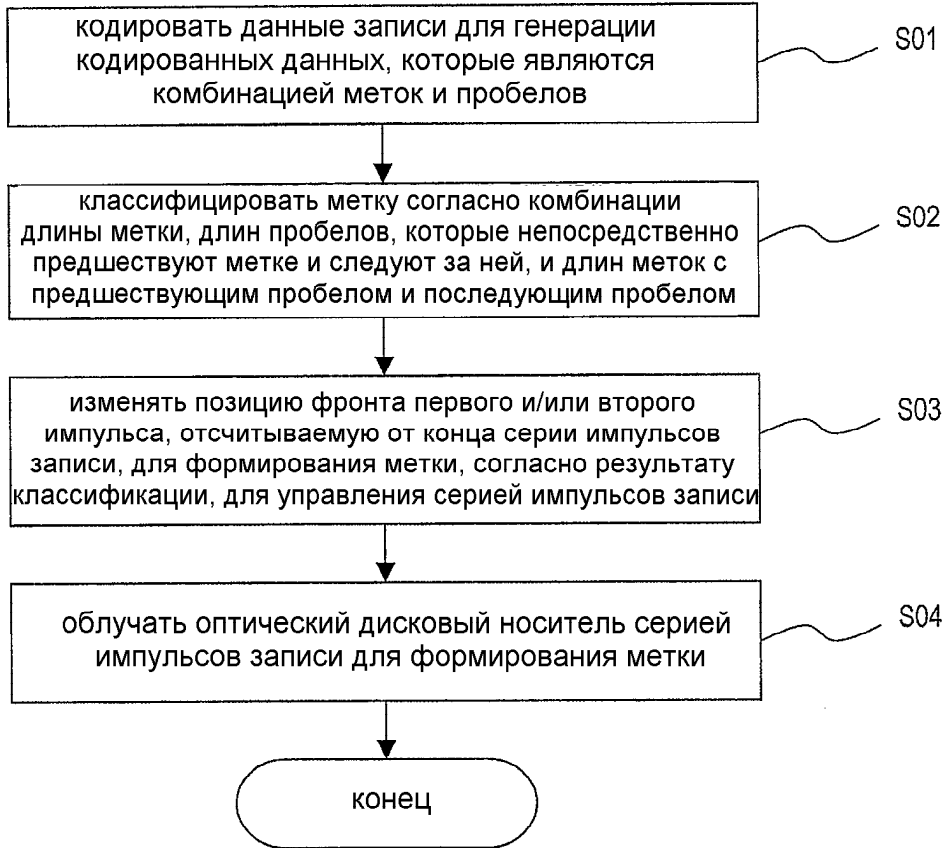
Фиг.5



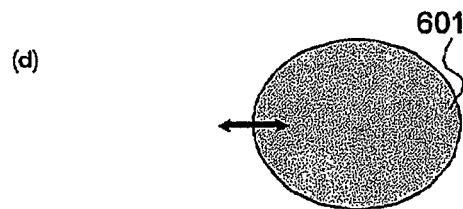
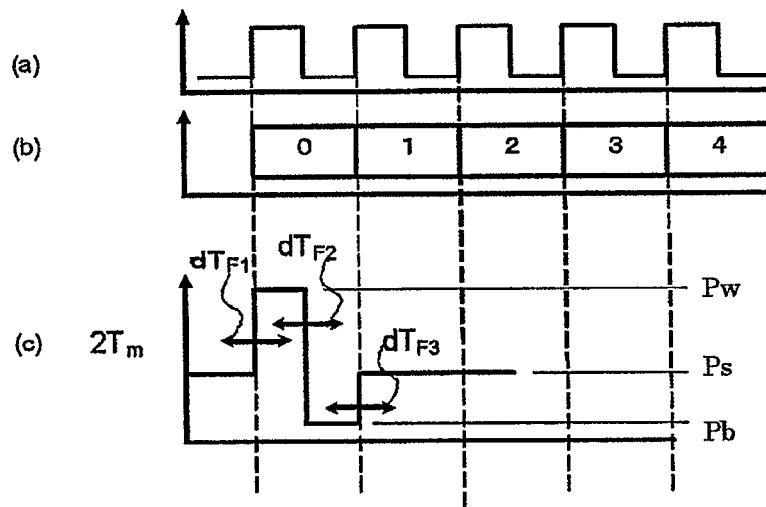
Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8



Фиг.9

(b)

		метка 2Т				метка 3Т	метка 4Т	метка $\geq 5Т$	
величины перемещения		предшествующий пробел							
$dTE1/dTE2/dTE3$		пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	X	X	X	
пред- шест- вующий ая пробел/ метка	метка 2Т	пробел 2Т	S2222	S3222	S4222	S5222	SX322	SX422	SX522
	метка $\geq 3Т$		S2223	S3223	S4223	S5223	SX323	SX423	SX523
	X	пробел 3Т	S223X	S323X	S423X	S523X	SX33X	SX43X	SX53X
	X	пробел 4Т	S224X	S324X	S424X	S524X	SX34X	SX44X	SX54X
	X	пробел $\geq 5Т$	S225X	S325X	S425X	S525X	SX35X	SX55X	SX55X

X – не имеет значения

(c)

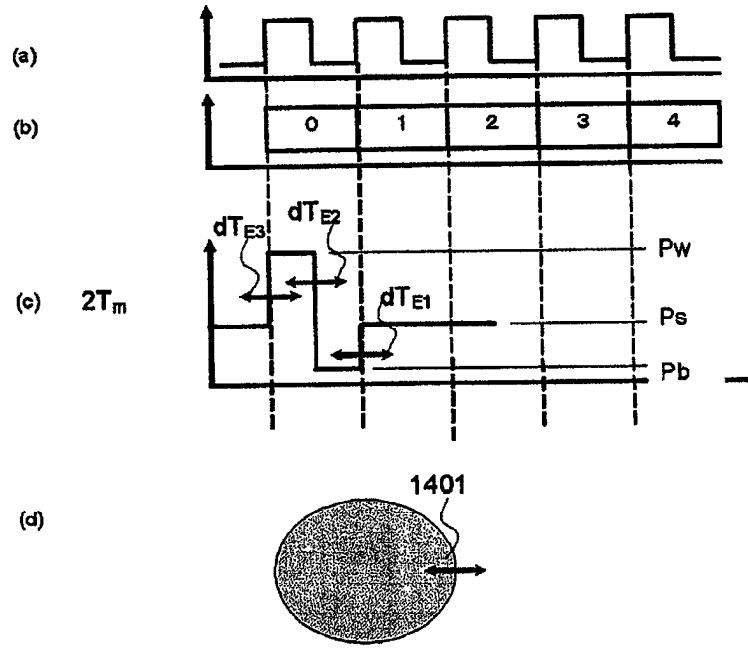
		метка 2Т				метка 3Т	метка 4Т	метка $\geq 5Т$	
величины перемещения		метка 2Т	метка $\geq 3Т$	X	X	X	X	X	S-метка
$dTF1/dTF2/dTF3$		пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	X	X	X	S-пробел
метка 2Т	пробел 2Т	M22222	M22223	M2223X	M2224X	M2225X	MX23XX	MX24XX	MX25XX
метка $\geq 3Т$		M32222	M32223	M3223X	M3224X	M3225X			
X	пробел 3Т	MX3222	MX3223	MX323X	MX324X	MX325X	MX33XX	MX34XX	MX35XX
X	пробел 4Т	MX4222	MX4223	MX423X	MX424X	MX425X	MX43XX	MX44XX	MX45XX
X	пробел $\geq 5Т$	MX5222	MX5223	MX523X	MX524X	MX525X	MX53XX	MX54XX	MX55XX
P-метка	P-пробел								

X – не имеет значения

		метка 2Т				метка 3Т	метка 4Т	метка $\geq 5Т$	
величины перемещения		метка 2Т	метка $\geq 3Т$	X	X	X	X	X	P-метка
$dTE1/dTE2/dTE3$		пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	X	X	X	P-пробел
метка 2Т	пробел 2Т	S22222	S32222	SX3222	SX4222	SX5222	SXX32X	SXX42X	SXX52X
метка $\geq 3Т$		S22223	S32223	SX3223	SX4223	SX5223			
X	пробел 3Т	S2223X	S3223X	SX323X	SX423X	SX523X	SXX33X	SXX43X	SXX53X
X	пробел 4Т	S2224X	S3224X	SX324X	SX424X	SX524X	SXX34X	SXX44X	SXX54X
X	пробел $\geq 5Т$	S2225X	S3225X	SX325X	SX425X	SX525X	SXX35X	SXX45X	SXX55X
S-метка	S-пробел								

X – не имеет значения

Фиг. 10



Фиг.11

dTF1	метка 2T					метка 3T	метка 4T	метка ≥5T	
	метка 2T	метка ≥3T	X			X	X	X	S-метка
	пробел 2T	пробел 3T	пробел 4T	пробел ≥5T	X	X	X	S-пробел	
метка 2T	пробел 2T	1	2	3	4	5	26	30	34
метка ≥3T	пробел 3T	6	7	8	9	10	27	31	35
X	пробел 4T	11	12	13	14	15	28	32	36
	пробел ≥5T	16	17	18	19	20	29	33	37
P-метка	P-пробел	21	22	23	24	25			

x – не имеет значения

dTF2	метка 2T					метка 3T	метка 4T	метка ≥5T	
	метка 2T	метка ≥3T	X			X	X	X	S-метка
	пробел 2T	пробел 3T	пробел 4T	пробел ≥5T	X	X	X	S-пробел	
метка 2T	пробел 2T	1	2	3	4	5	26	30	34
метка ≥3T	пробел 3T	6	7	8	9	10	27	31	35
X	пробел 4T	11	12	13	14	15	28	32	36
	пробел ≥5T	16	17	18	19	20	29	33	37
P-метка	P-пробел	21	22	23	24	25			

x – не имеет значения

dTE2	метка 3T												метка ≥5T	
	X												X	S-метка
	X												X	S-пробел
X	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
P-метка	P-пробел													

x – не имеет значения

dTE1	метка 2T					метка 3T				метка ≥5T								
	метка 2T	метка ≥3T	X			X				X				S-метка				
	пробел 2T	пробел 3T	пробел 4T	пробел ≥5T	пробел 2T	пробел 3T	пробел 4T	пробел ≥5T	пробел 2T	пробел 3T	пробел 4T	пробел ≥5T	S-пробел					
X	пробел 2T	1	2	3	4	5	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	метка ≥3T	6	7	8	9	10												
P-метка	P-пробел																	

x – не имеет значения

Фиг.12

dTF1		метка 2Т				метка 3Т				метка 4Т				метка $\geq 5Т$				S-метка S-пробел
		X		X		X		X		X		X		X				
		пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	X				X				X				
X	пробел 2Т	1	2	3	4	17				21				25				
X	пробел 3Т	5	6	7	8	18				22				26				
	пробел 4Т	9	10	11	12	19				23				27				
	пробел $\geq 5Т$	13	14	15	16	20				24				28				
R-метка	R-пробел																	

x – не имеет значения

dTF2		метка 2Т				метка 3Т				метка 4Т				метка $\geq 5Т$				S-метка S-пробел
		X		X		X		X		X		X		X				
		пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	X				X				X				
X	пробел 2Т	1	2	3	4	17				21				25				
X	пробел 3Т	5	6	7	8	18				22				26				
	пробел 4Т	9	10	11	12	19				23				27				
	пробел $\geq 5Т$	13	14	15	16	20				24				28				
R-метка	R-пробел																	

x – не имеет значения

dTE2						метка 3Т				метка 4Т				метка $\geq 5Т$				S-метка S-пробел
						X		X		X		X		X		X		
						пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	$\geq 5Т$ space	пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	
X	X					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
R-метка	R-пробел																	

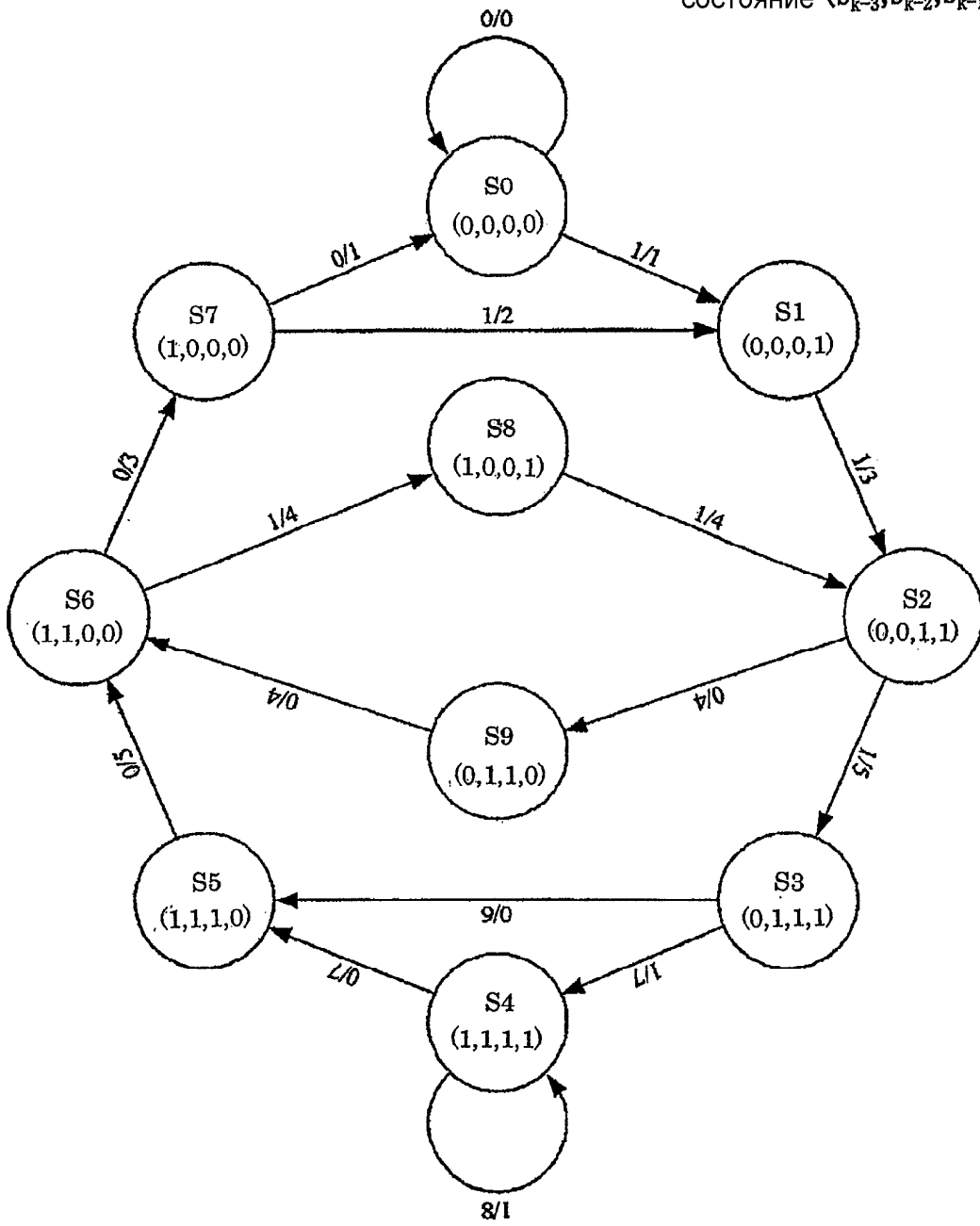
x – не имеет значения

dTE1		метка 2Т				метка 3Т				метка 4Т				метка $\geq 5Т$				S-метка S-пробел			
		X		X		X		X		X		X		X							
		пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$	пробел 2Т	пробел 3Т	пробел 4Т	пробел $\geq 5Т$				
X	пробел 2Т	1	2	3	4	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
X	пробел $\geq 3Т$	5	6	7	8																
	пробел $\geq 5Т$																				
R-метка	R-пробел																				

x – не имеет значения

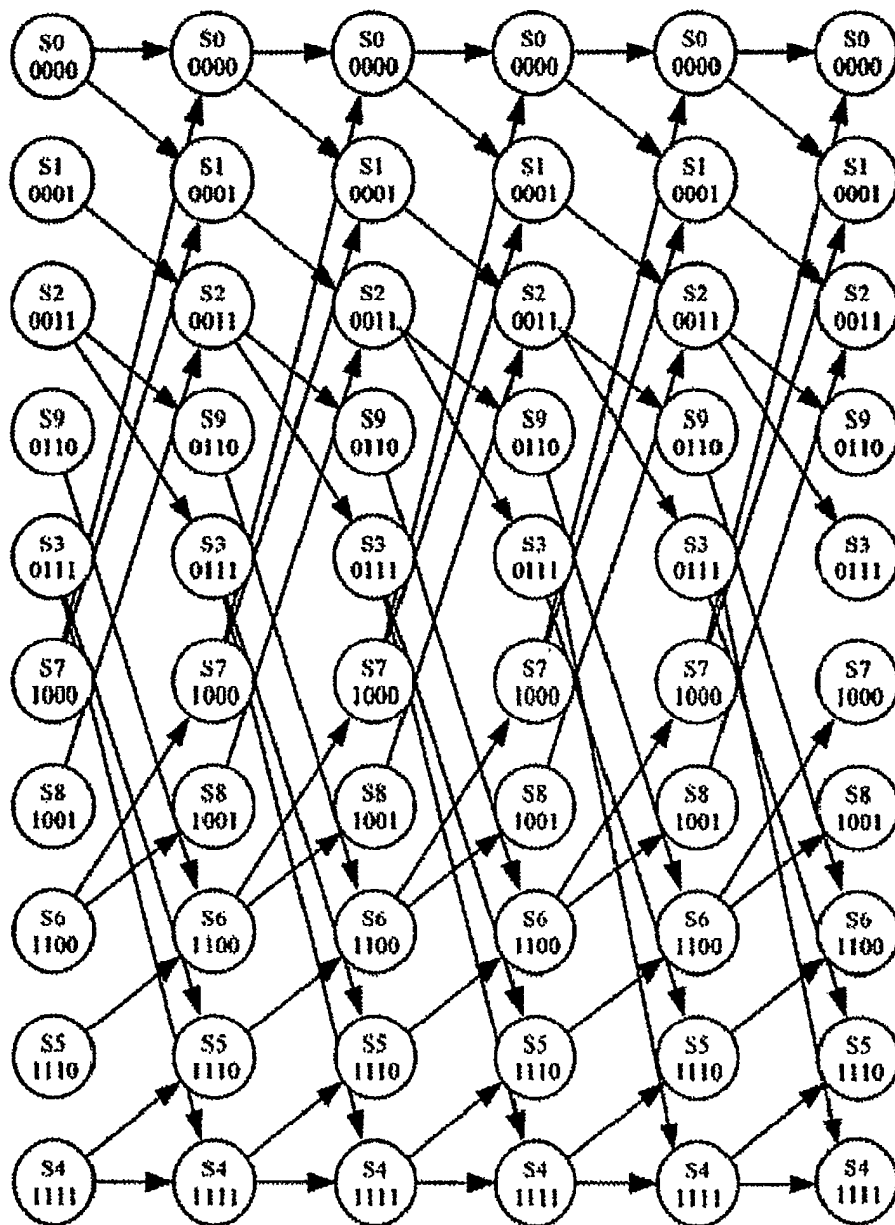
Фиг.13

состояние $(b_{k-3}, b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$

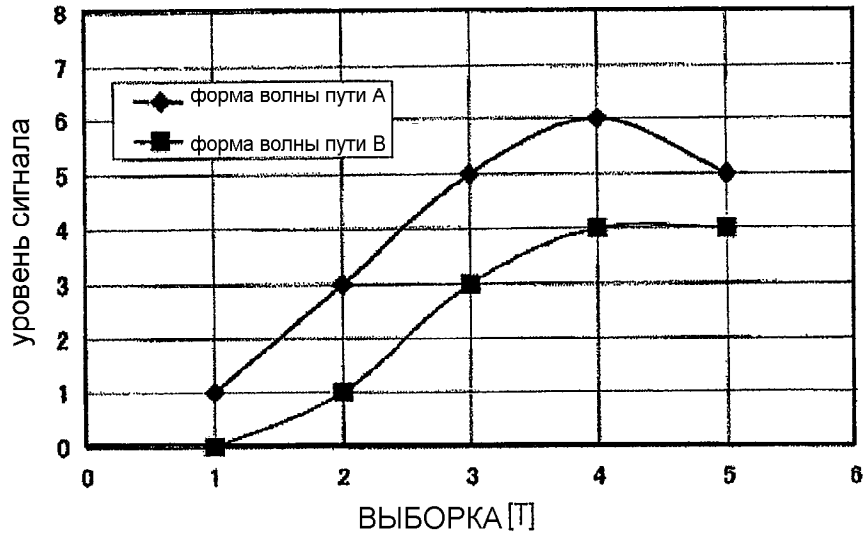


Фиг.14

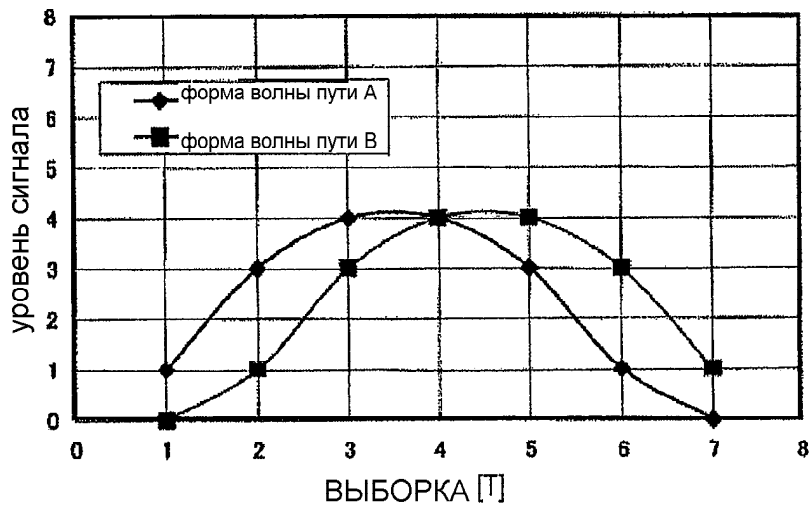
ВРЕМЯк-5 ВРЕМЯк-4 ВРЕМЯк-3 ВРЕМЯк-2 ВРЕМЯк-1 ВРЕМЯк



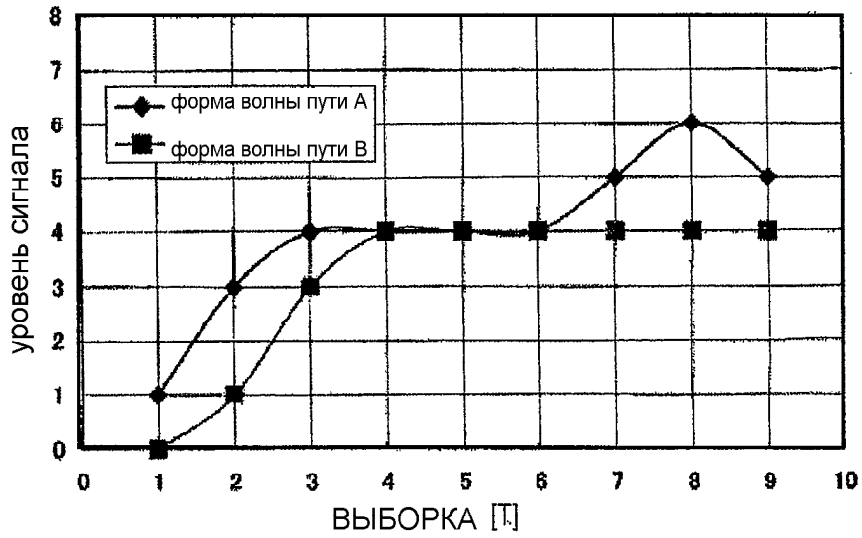
Фиг. 15



Фиг.16



Фиг.17



Фиг.18

(a)

	величины перемещения $dTF1/dTF2/dTF3$	метка 2Т	метка 3Т	метка 4Т	метка $\geq 5Т$
пред- шеству- ющий пробел	пробел 2Т	MX22X	MX23X	MX24X	MX25X
	пробел 3Т	MX32X	MX33X	MX34X	MX35X
	пробел 4Т	MX42X	MX43X	MX44X	MX45X
	пробел $\geq 5Т$	MX52X	MX53X	MX54X	MX55X

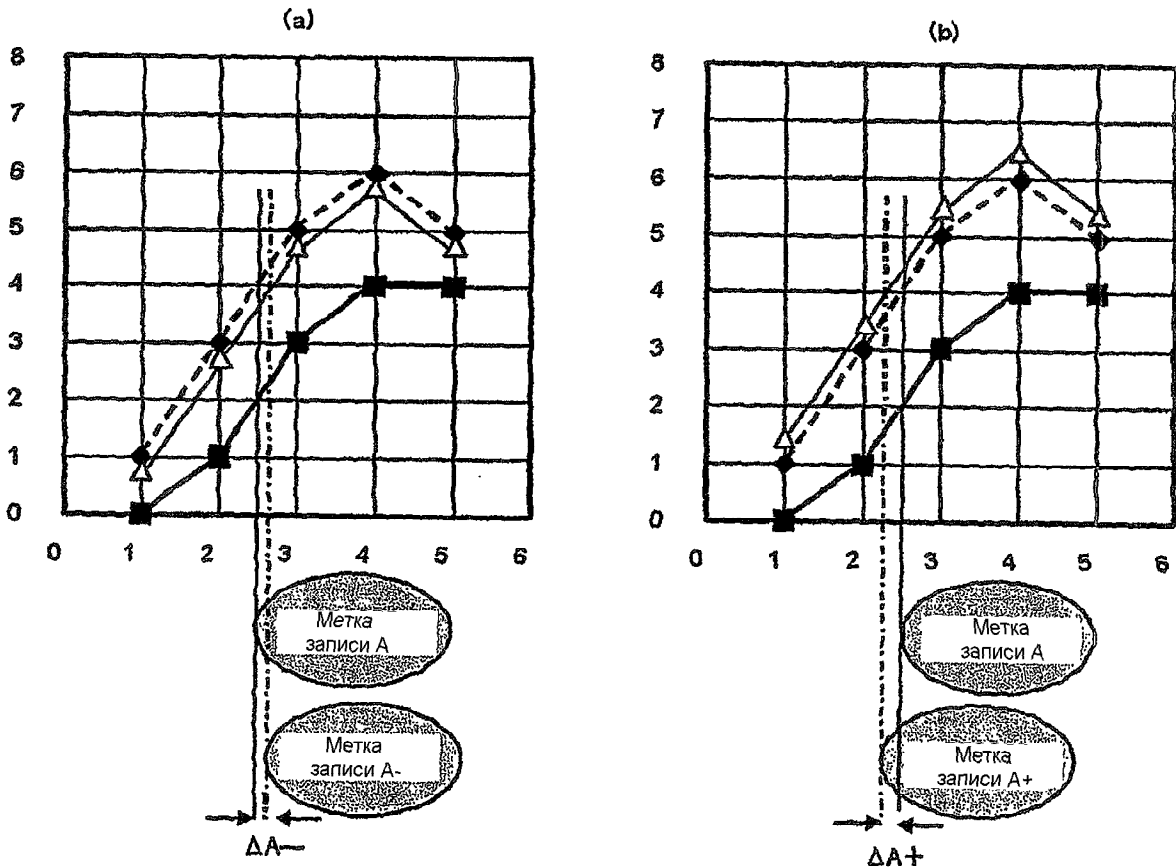
x – не имеет значения

(b)

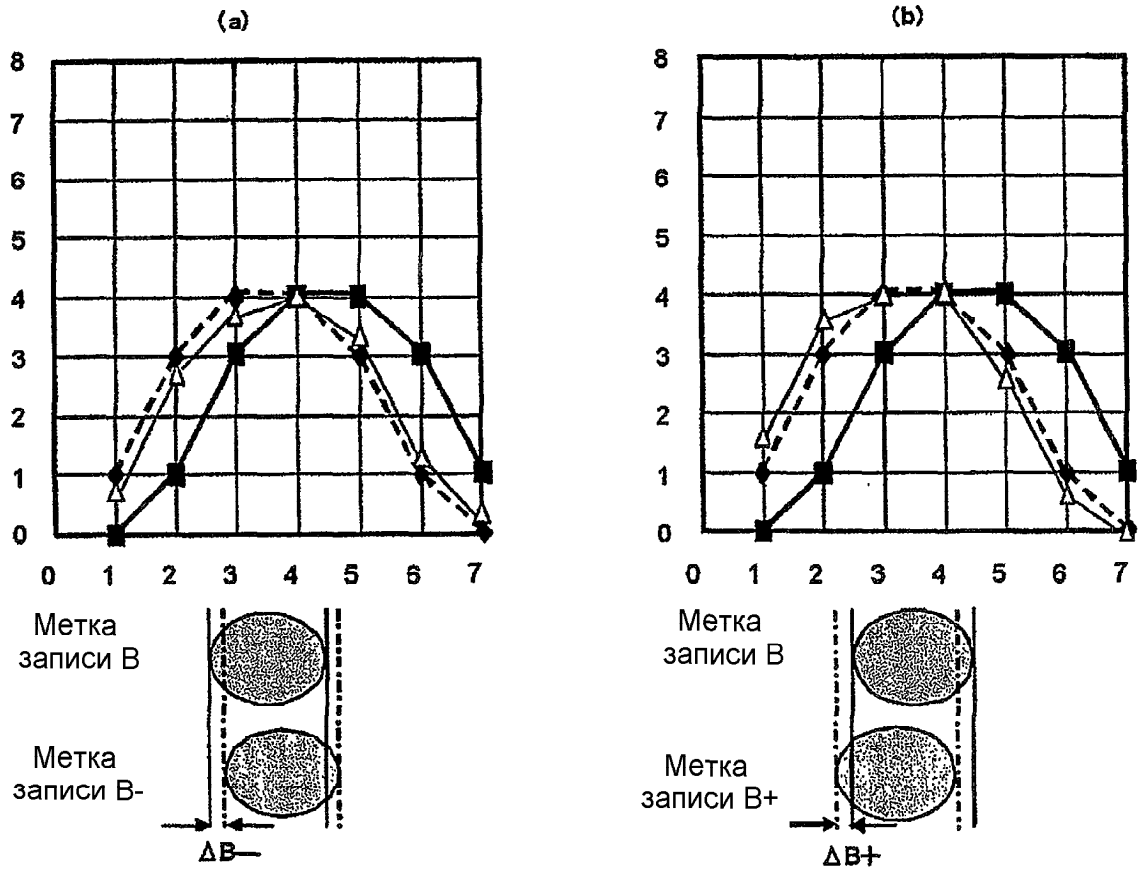
	величины перемещения $dTE1/dTE2/dTE3$	метка 2Т	метка 3Т	метка 4Т	метка $\geq 5Т$
пред- шеству- ющий пробел	пробел 2Т	SX22X	SX32X	SX42X	SX52X
	пробел 3Т	SX23X	SX33X	SX43X	SX53X
	пробел 4Т	SX24X	SX34X	SX44X	SX54X
	пробел $\geq 5Т$	SX25X	SX35X	SX55X	SX55X

x – не имеет значения

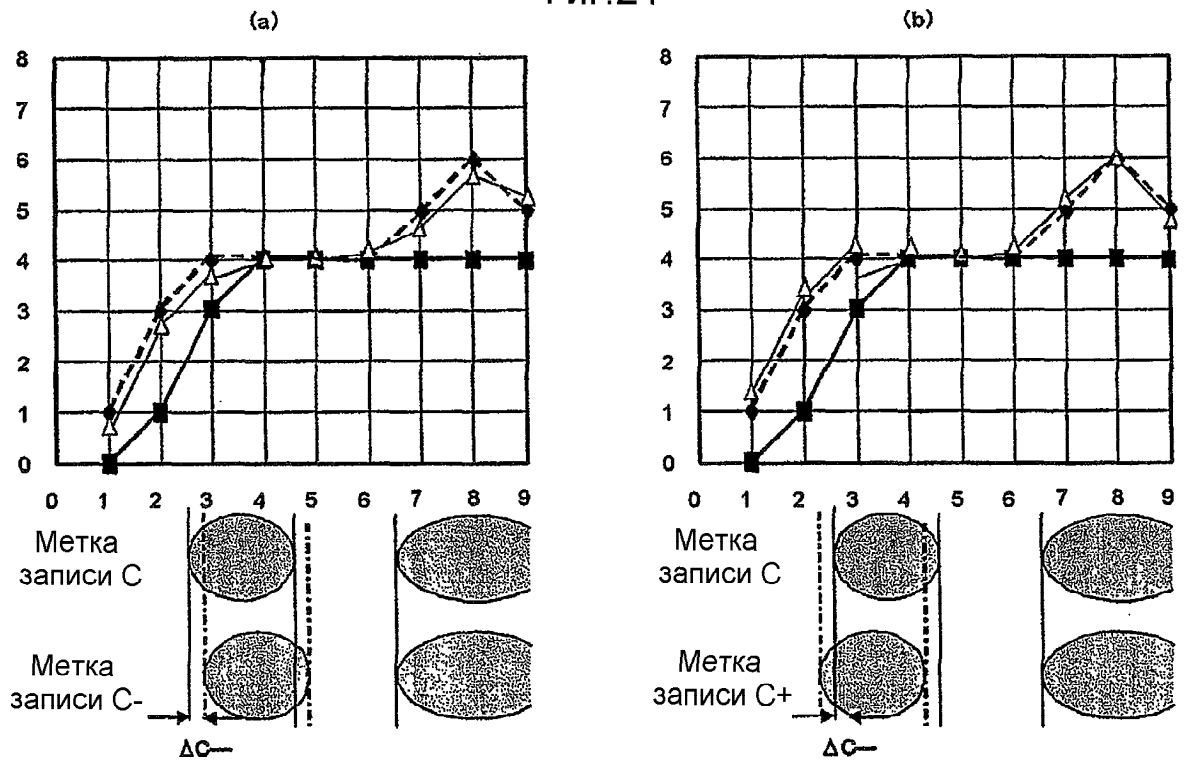
Фиг.19



Фиг.20



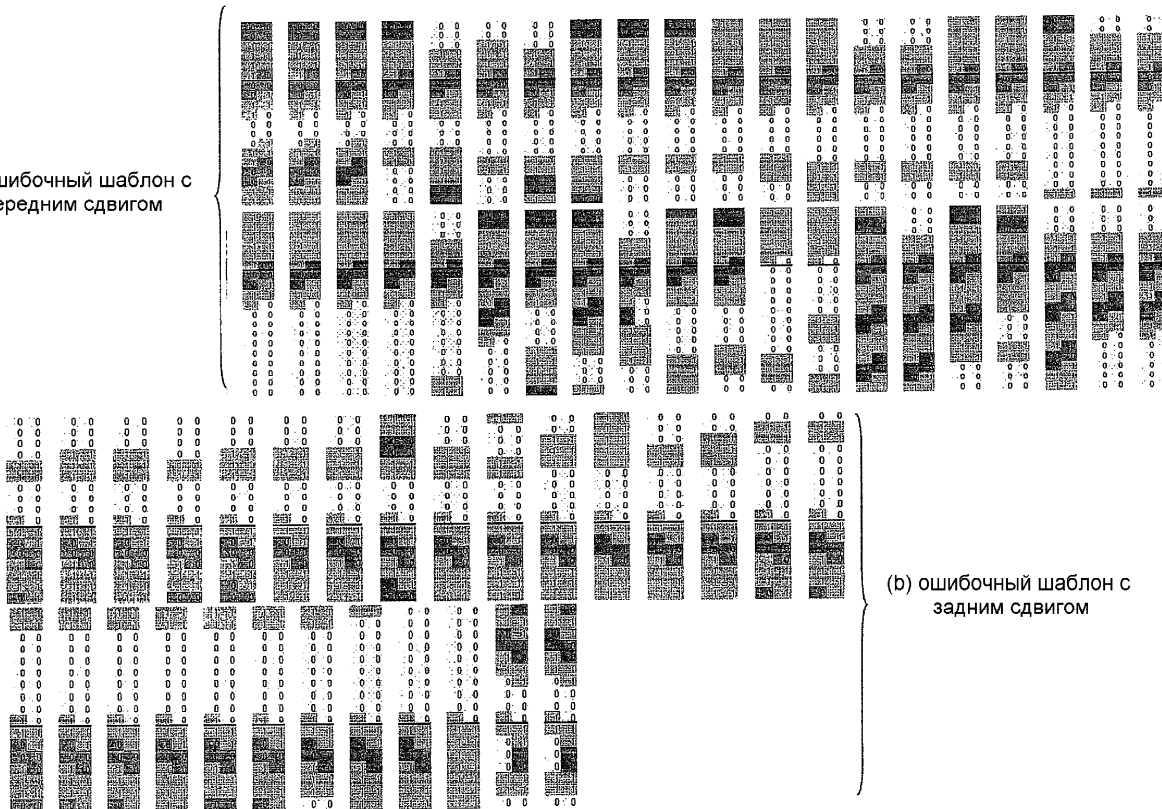
Фиг.21



Фиг.22

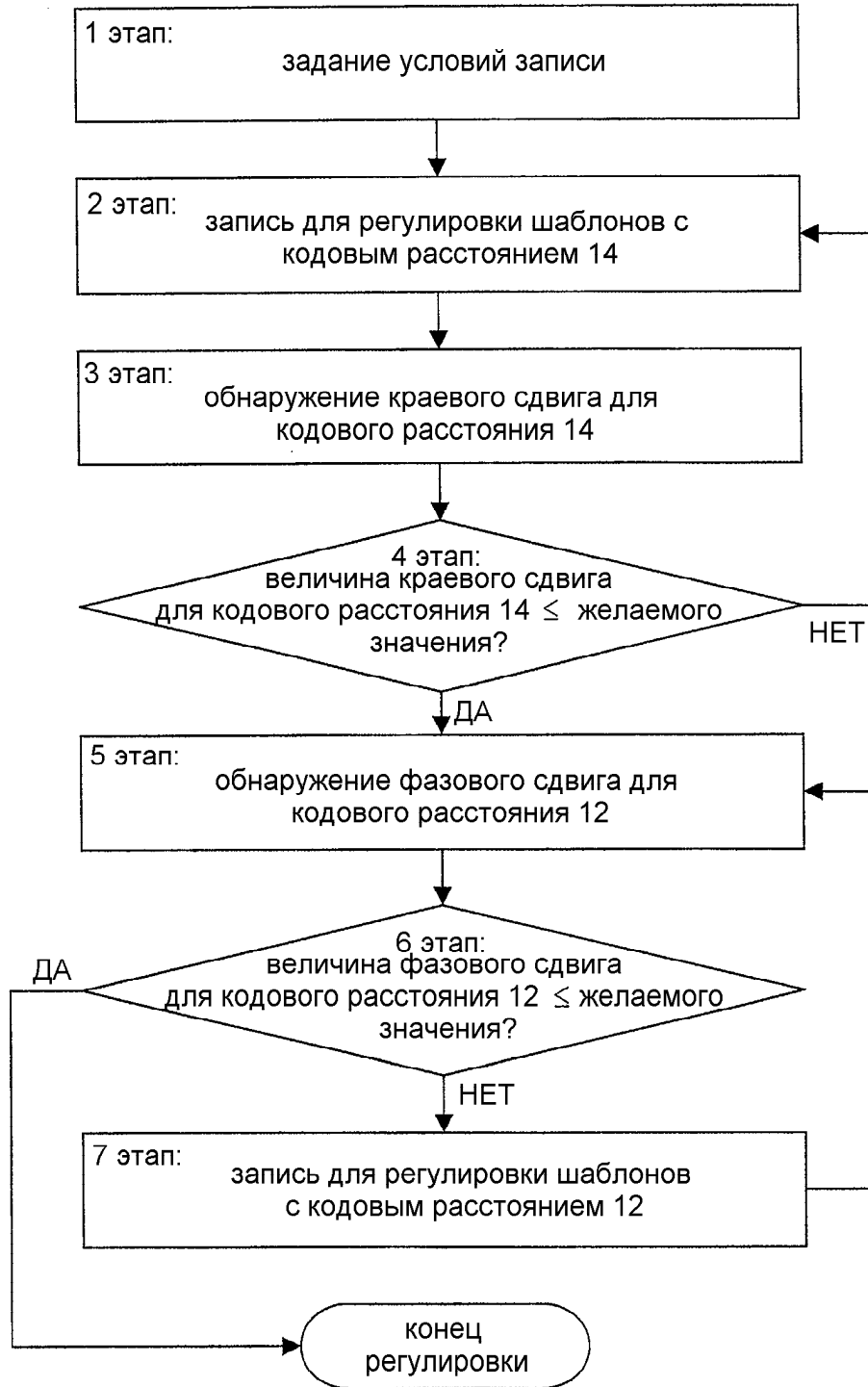
слева: правильный шаблон, справа: воспроизводимый (ошибочный) шаблон 1: пробел, 0: метка

(а) ошибочный шаблон с
передним сдвигом

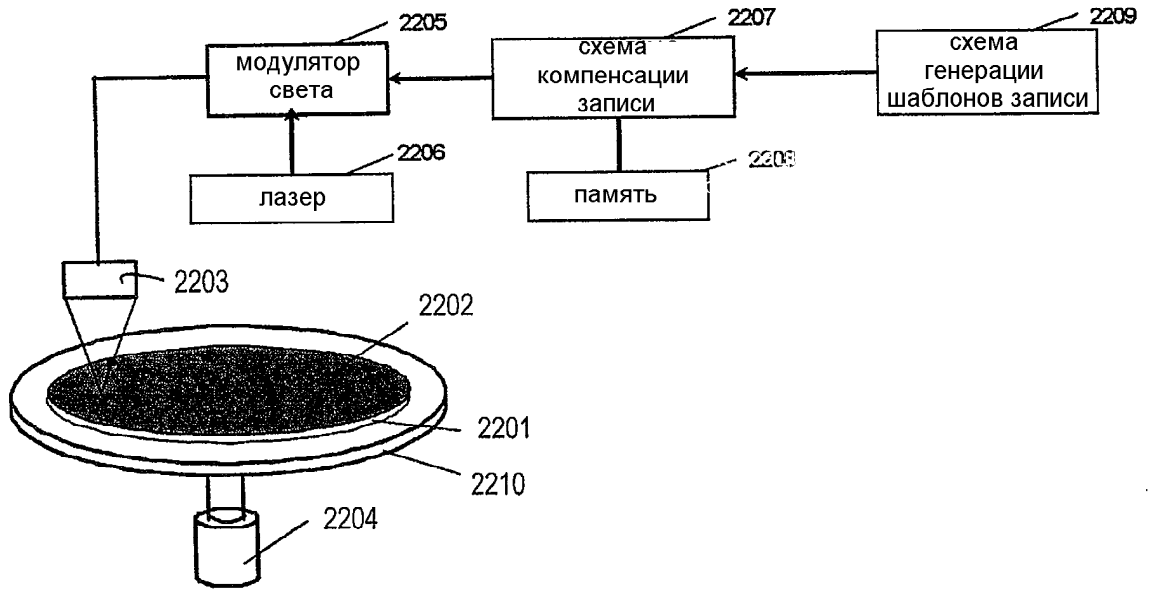


(b) ошибочный шаблон с
задним сдвигом

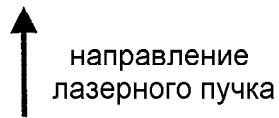
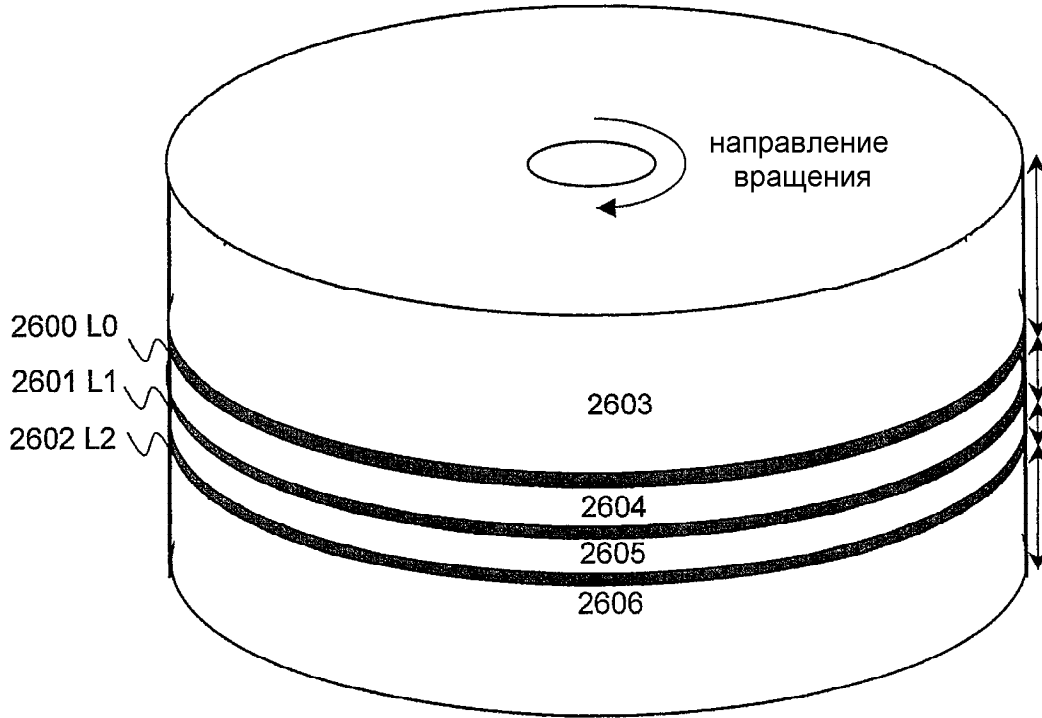
Фиг.23



Фиг.24



Фиг.25



Фиг.26