



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 154 309** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **G 11 B 21/08**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

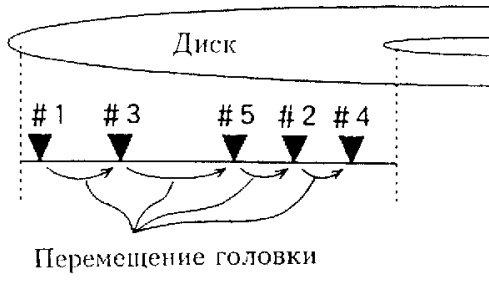
(21), (22) Заявка: 97112873/28, 24.10.1996
(24) Дата начала действия патента: 24.10.1996
(30) Приоритет: 30.10.1995 JP 7/282175
(46) Дата публикации: 10.08.2000
(56) Ссылки: IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTERS, v.40, N 1, 1 January 1991, NEW YORK, USA, p.22 - 30, SPENSER W, NG, "Improving Disk Performance Via Latency Reduction". WO 95/26103 A, 28.09.1995. EP 0606743 A, 20.07.1994. WO 94/12937 A, 09.06.1994. PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, v.4, N 142 (P-30), 07.10.1980. JP 55-091049 A, 10.07.1980. AU 2123995 A, 09.10.1995. GB 2273584 A, 22.06.1994. SU 1793472 A1, 07.02.1993. SU 862225 A, 07.09.1981. US 5581784 A, 03.12.1996.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 30.07.1997
(86) Заявка РСТ: JP 96/03109 (24.10.1996)
(87) Публикация РСТ: WO 97/16783 (09.05.1997)
(98) Адрес для переписки: 103735, Москва, ул. Ильинка 5/2, "Союзпатент", Ятровой Л.И.

(71) Заявитель:
СОНИ КОРПОРЕЙШН (JP)
(72) Изобретатель: Такаси ТОЦУКА (JP),
Ясунобу КАТО (JP), Нобору ОЙА (JP), Хироюки
СИОЙА (JP)
(73) Патентообладатель:
СОНИ КОРПОРЕЙШН (JP)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ К ДИСКУ ДЛЯ ЗАПИСИ ДАННЫХ

(57)
Использование: в технике накопления информации, в частности в устройствах памяти быстродействующих компьютеров. Сущность изобретения: способ и устройство управления доступом к диску для записи данных обеспечивают определение сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных. Положение блока данных на диске для записи данных

определяется на основании, по меньшей мере, определенного сдвига, планируется порядок множества входных запросов доступа к диску для записи данных для минимизации величины перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных. Обращение головки к диску для записи данных осуществляется на основании результата планирования. Благодаря такому техническому решению обеспечивается высокоскоростной произвольный доступ к хранимой на диске информации, что является предпочтительным для хранения мультимедийных данных. 5 с. и 28 з.п. ф-лы, 16 ил.



ФИГ. 1

RU 2154309 C2

RU 2154309 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 154 309** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **G 11 B 21/08**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

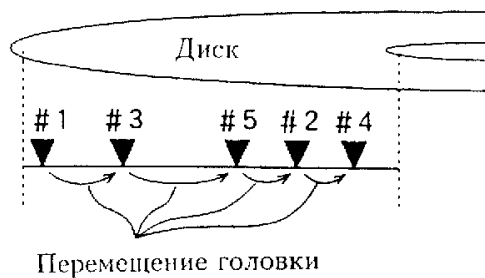
(21), (22) Application: 97112873/28, 24.10.1996
 (24) Effective date for property rights: 24.10.1996
 (30) Priority: 30.10.1995 JP 7/282175
 (46) Date of publication: 10.08.2000
 (85) Commencement of national phase: 30.07.1997
 (86) PCT application:
 JP 96/03109 (24.10.1996)
 (87) PCT publication:
 WO 97/16783 (09.05.1997)
 (98) Mail address:
 103735, Moskva, ul. Il'inka 5/2,
 "Sojuzpatent", Jatrovoj L.I.

(71) Applicant:
 SONI KORPOREJShN (JP)
 (72) Inventor: Takasi TOTsUKA (JP),
 Jasunobu KATO (JP), Noboru OJA
 (JP), Khirojuki SIOJA (JP)
 (73) Proprietor:
 SONI KORPOREJShN (JP)

(54) **METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING ACCESS TO DATA RECORDING DISK**

(57) Abstract:
 FIELD: data storage for high-speed computers. SUBSTANCE: method and device are meant to determine shift showing angular difference in senses of rotation for data recording disk between starts of adjacent data blocks that minimizes wait time conditioned by rotation of data recording disk at intermediate distance of head displacement when head calls data recording disk. Position of data block on data recording disk is determined on the basis of at least definite shift, procedure is scheduled for sets of input requests to give access to data recording disk so as to minimize displacement of head when it calls data recording disk. Head calls data

recording disk on the basis of scheduling result. EFFECT: provision for high-speed access to disk information most essential for multimedia data storage. 33 cl, 8 dwg



ФИГ. 1

RU 2 1 5 4 3 0 9 C 2

RU 2 1 5 4 3 0 9 C 2

Настоящее изобретение относится к способу управления доступом к диску для записи данных, требующему высокой скорости передачи и доступа к отдельным участкам на диске (случайного доступа), и устройству для осуществления способа.

Предшествующий уровень техники

С увеличением быстродействия компьютеров все более важными становятся устройства памяти на дисках, которые дают возможность осуществить быстрый случайный доступ. В последние годы, особенно в технологии для мультимедиа, основное внимание уделяется в первую очередь выборке с высокой скоростью движущихся изображений и аудиоданных, хранимых на диске в виде цифровых данных, и с участков на диске, отделенных один от другого. А именно, требуются высокая скорость передачи и возможность обработки в реальном времени для хранения мультимедийных данных, таких как движущиеся изображения и аудиоданные. Высокая скорость передачи, естественно, становится необходимой при обработке большого количества движущихся изображений и аудиоданных.

Кроме того, свойство реального времени требует, чтобы верхний предел времени обработки не был превышен. Например, движение становится прерывистым, если в движущемся изображении не отображается 30 кадров в секунду с постоянными интервалами.

Далее, если не обеспечивается поддержание характеристик диска и имеется недостаточное количество аудиоданных, звук прерывается и генерируется неприятный шум. Таким образом, если мультимедийные данные не подготовлены и не используются в соответствии заданное для них время, ценность информации резко падает. Соответственно, в устройствах памяти для мультимедиа важно, чтобы гарантировался верхний предел, то есть чтобы обработка была выполнена за это время даже в наихудшем случае. В противном случае, даже если удовлетворяются технические условия в смысле средней эффективности, возможно, что данные будут слишком запаздывать в некоторые периоды времени. Обеспечение максимального значения времени обработки относится к так называемому свойству реального времени и является обязательной функцией в области мультимедиа.

В устройствах хранения информации для компьютеров увеличение средней эффективности является первостепенной задачей. Наихудшее значение не всегда поддерживалось низким, т. е. существовал большой разброс в характеристике времени обработки в устройствах хранения данных. Это положение противоречит требованиям, предъявляемым к устройствам хранения данных для мультимедиа.

К тому же, в основных областях применения мультимедиа необходимо обеспечивать последовательный доступ к данным на физически разделенных участках (случайный доступ) с высокой скоростью. Например, система типа "видео-по-требованию" (VOD) позволяет большому количеству зрителей вызывать и просматривать желаемые программы в удобное для них время. Для реализации

такого режима необходимо параллельно обрабатывать запросы от многих зрителей и быстро подготавливать данные программ, которые зрители просматривают в данное время. По этой причине становится необходимым с высокой скоростью отслеживать источники видеосюжетов и т.д., хранимых во множестве местоположений на диске.

В последние годы видеопрограммы и кинофильмы выпускаются с использованием не магнитных лент и пленок, а дисков. На магнитной ленте при вставке сцены продолжительностью в несколько секунд в положение, близкое к началу программы продолжительностью, например, один час, для предотвращения наложения записи необходимо сдвинуть к концу все видеоданные после этого положения вставки и поэтому перезаписать программу. В отличие от высокоскоростного воспроизведения аналоговых магнитных лент аудиокассет такая перезапись видеопрограмм требует затрат времени примерно одной программы, т.е. эффективность мала. С использованием диска, однако, так как возможен случайный доступ, имеется возможность разместить вставляемую часть в другое место на диске, перейти в это положение и выбрать вставленные данные во время воспроизведения, а затем возвратиться в исходную позицию и продолжить воспроизведение видеоданных. Известен способ, при котором каждую сцену (отрезок) программы размещают на различных участках диска и отслеживают их с высокой скоростью во время воспроизведения так, что кажется, что воспроизводится одна лента. Таким образом, возможно переключать сцены и изменять продолжительность воспроизведения, просто изменяя порядок отслеживания данных на диске. Эффективность такого редактирования чрезвычайно высока. Такой способ определяется как нелинейное редактирование. Отметим, что в этом случае также необходимо отслеживать физически разделенные участки на диске с высокой скоростью.

Как видно в этих примерах, в областях применения мультимедиа чрезвычайно важно выбирать данные с высокой скоростью, в то же время отслеживая разобобщенные данные на диске (это относится к так называемому случайному доступу), но для перемещения к разобобщенным участкам требуется время для перемещения головки к требуемому цилиндру (группе дорожек дискового пакета), которое называется временем поиска, и время ожидания, когда диск повернется до положения, при котором в цилиндре появятся данные начала, которое называется временем задержки вращения. Эти интервалы времени относятся к так называемым накладным расходам на обеспечение доступа. Чем больше это время по сравнению с временем реальной выборки данных, тем большее время требуется для передачи данных с диска и поэтому тем ниже эффективность.

Принимая время поиска для диска равным T_s и время задержки вращения равным T_r , накладные расходы на доступ к диску становятся равными $T_s + T_r$. Когда головка диска позиционирована в области данных и

время реального доступа к данным равно T_t , эффективность по сравнению со случаем отсутствия перехода головки в конкретное положение становится низкой, как следует из уравнения (1):

$$T_t / (T_t + T_s + T_r)$$

А именно, по сравнению со случаем, когда данные на диске последовательно выбираются от начала до конца, в случае, когда выполняется случайный доступ при отслеживании данных в отдельных участках, необходимо иметь в виду, что эффективность снижается на эту величину. Соответственно, задачей, связанной с дисками для мультимедиа, является предотвращение снижения эффективности в режиме случайного доступа при одновременном сохранении свойства реального времени (для определения верхнего предела времени обработки и обеспечения работы с интервалом времени, равным или меньшим этому верхнему пределу).

В последние годы были проведены исследования, связанные со способом обеспечения свойства реального времени при доступе к диску. Например, в работе D. Anderson, Y. Osawa and R. Govindan, "A File System for Continuous Media", ASM Transactions on Computer Systems, Vol. 10, N. 4, стр. 311-337, 1992 была сделана попытка увеличить эффективность системы посредством оптимизации соотношения между объемом буферной памяти для временного хранения данных, считанных с диска, и количеством данных, которые должны быть считаны во время одной выборки.

При рассмотрении накладных расходов на выборку с диска для облегчения анализа предполагается, что возможные наихудшие значения для времени поиска и времени задержки вращения в каждом случайном доступе. А именно, время поиска от крайней внутренней окружности до наиболее крайней окружности принимается в качестве времени поиска, а время ожидания для одного полного оборота принимается в качестве времени задержки вращения. Конечно, если делается такое предположение, то оценка наихудшего значения времени обработки является наиболее надежной, но такая операция проводится в действительности не каждый раз, и поэтому оценка для наихудшего значения становится очень низкой по сравнению с эффективностью, которая может быть достигнута в реальном случае, и такая оценка имеет низкую значимость в качестве параметра конструирования.

В работе V. Rangan и H. Vin "Efficient Storage Technique for Digital Continuous Multimedia", IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 5, N 4, стр. 564-573, 1993 исследовано, как при вставке видеофайла в множество сегментов и запоминания различных сегментов на различных участках определить длины сегментов и интервалов между сегментами так, чтобы сохранить свойство реального времени.

Здесь, однако, при переходах между сегментами (во время случайной выборки) также предполагается, что наивысшие накладные расходы имеют место каждый раз таким же образом, как описано к работе Anderson, т.е. существует аналогичная

проблема.

Также имели место попытки поддержать наихудшее значение ниже по сравнению с указанными в этих исследованиях для обеспечения случайного доступа в реальном времени с более высокой эффективностью. В работах N. Reddy и J. Wyllie "Disk Scheduling in a Multimedia I/O System", ASM multimedia 93, стр. 225-233, 1993, J. Gemmel, J. Han, et.al., "Delay-Sensitive Multimedia on Disk", IEEE Multimedia 1994, стр. 56-57 и M.Chen, D.Kandlur, and P. Yu, "Optimization of the Grouped Sweeping Scheduling (GSS) with Heterogeneous Multimedia Streams", ASM multimedia 93, стр. 235-242, 1993 делались попытки снизить накладные расходы с помощью алгоритма планирования головки, называемого "SCAN".

"Планирование головки" характеризует собой способ сокращения времени поиска путем изменения порядка доступа, когда необходим доступ к множеству участков на диске. SCAN- алгоритм, изображенный на фиг. 1, является алгоритмом, в котором заданное множество запросов ввода/вывода (#1, #2,...) сортируются в радиальном направлении диска и последовательно обрабатываются. Движения головки в противоположных направлениях, которые будут иметь место, если обработка выполняется в порядке прихода запросов ввода/вывода (#1, #2, . . .), могут быть предотвращены и, в свою очередь, соответствующие интервалы времени поиска могут быть сокращены. Известно множество алгоритмов, используемых в качестве алгоритма планирования головки. Они подробно описаны, например, в H. Deitel, "Operating Systems", Addison Wesley, стр. 360-372, 1990.

Работы Reddy, Gemmel и Chen основаны на предположении использования SCAN-алгоритма, поэтому дают возможность уменьшить время поиска. Соответственно, возможно понизить наихудшее значение для накладных расходов и обеспечить более высокую эффективность по сравнению с указанной в работах Anderson и Rangan.

Однако, в SCAN-алгоритме можно уменьшить только время поиска. До сих пор не было сделано никаких упоминаний о сокращении времени задержки вращения.

В работе Reddy предполагается, что для диска существует специальная функция, называемая механизмом доступа с нулевой латентностью (нулевым временем ожидания). Механизм доступа с нулевой латентностью характеризует собой способ, в котором данные последовательно считываются даже с середины данных в момент времени, когда головка достигает требуемой дорожки, а начальная часть данных, которая не была считана вовремя, считывается снова, когда диск делает один оборот, и этот участок возвращается. Соответственно, когда диск делает один оборот, требуемые данные могут быть надежно считаны и поэтому сумма задержки вращения и выборки данных становится равной времени одного оборота в качестве максимального значения.

Однако, поскольку немного реальных дисков используют этот механизм, можно предположить, что способ, изложенный в работе Reddy, не пригоден для практического использования.

С другой стороны, в работе Gemmel описан способ оценки накладных расходов, при котором всегда прибавляется максимальное значение для учета того, что задержка вращения является интервалом времени, в течение которого управление и предсказание невозможны. Такое решение надежно, но обуславливает большие потери, которые вызывают проблемы. В работе Chen задержка вращения трактуется как пренебрежимо малая составляющая коррекции времени, но это не является реалистичным. Например, в современных высокоскоростных дисках цикл вращения составляет 8,3 мс, в то время как при использовании SCAN-алгоритма максимальное значение времени поиска может быть уменьшено до 6 мс или менее. Поэтому задержка вращения является преобладающей. Кроме того, с учетом сопротивления воздуха и потребляемой двигателем электрической мощности и выделяемого в результате тепла трудно ожидать фундаментальных усовершенствований с точки зрения увеличения скорости вращения. Уменьшение задержки вращения является наибольшей проблемой, которая должна быть решена.

Отметим, что в обычной файловой системе компьютеров уменьшение задержки вращения также является важным. В работе S. Ng, "Improving Disk Performance Via Latency Reduction", IEEE Transactions on Computers, Vol. 40, N 1, январь 1991, стр. 22-30, 1991 описан способ уменьшения среднего времени задержки вращения во время операции считывания с помощью способа подготовки копии данных, сдвинутых по фазе в направлении вращения и т.д. Однако, этот способ применить для мультимедийных приложений, которые связаны с использованием огромного количества данных.

Сущность изобретения

Задачей настоящего изобретения является создание способа и устройства для управления доступом к диску для записи данных, обеспечивающих высокоскоростной случайный доступ и одновременно свойство реального времени посредством снижения времени поиска и времени задержки вращения. Такой способ управления доступом к диску для записи данных и устройство для осуществления способа являются предпочтительными для хранения мультимедийных данных, потребность в котором все время повышается.

Поставленная задача решается тем, что способ управления доступом к диску для записи данных включает этапы определения сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, по меньшей мере, определенного сдвига, планирования порядка множества входных запросов доступа к диску для записи данных для минимизации величины перемещения головки при обращении головки к диску для записи

данных, и доступа к диску для записи данных с помощью головки на основании результатов планирования.

Кроме того, в способе управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, предпочтительно определяют положения блока данных на диске для записи данных на основании, в дополнение к определенному сдвигу, интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных.

Кроме того, в способ управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, предпочтительно дополнительно включают этапы определения комбинаций данных, каждая из которых представляет собой комбинацию сдвига и интервала, для множества блоков данных, и селективного использования комбинаций данных в соответствии с положением каждого блока данных на диске для записи данных.

Кроме того, в способе управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, размер блока данных изменяют так, что интервал, указывающий угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, является постоянным по всей области от внешнего края до внутреннего края диска для записи данных.

Кроме того, в способе управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, предпочтительно сдвиг определяют в соответствии с изменением интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, на основании разности радиусов дорожек записи.

Кроме того, в способе управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, предпочтительно на этапе планирования изменяют порядок множества запросов на доступ к диску так, что они распределяются в порядке, начиная с ближайшего к головке, при движении головки от текущей позиции по направлению к позиции на внутренней дорожке диска для записи данных, а этап определения положения блока данных на диске для записи данных осуществляют на основании дополнительно к сдвигу интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных так, что разность между временем задержки вращения T_d , в данном случае - временем ожидания, обусловленного вращением диска для записи данных $T_d(L)$ и временем поиска $T_s(L)$ вблизи среднего расстояния поиска L_a мала по сравнению с периодом вращения, при этом:

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta g + 2m\pi) / \omega \quad (2)$$

$$L_a = Lt / (N-1), \quad (3)$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров,

V_c - количество блоков данных в одном цилиндре,

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах,

θg - интервал, измеряемый в радианах,

ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/сек,

L_t - максимальное значение расстояния между положениями доступа при упорядочении запросов доступа, выраженное

через количество цилиндров,

N - количество обращений, которые могут быть одновременно обработаны, и

m - выбрано так, чтобы стать минимальным в диапазоне, где $T_d(L)$ превышает время поиска $T_s(L)$ на расстоянии L поиска.

Кроме того, в способе управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, предпочтительно на этапе планирования изменяют порядок множества запросов на доступ к диску для записи данных для их упорядочивания в процессе появления при перемещении головки от текущего положения по направлению к внутренней дорожке или внешней дорожке диска для записи данных, а этап определения положения блока данных на диске для записи данных осуществляют на основании, дополнительно к сдвигу интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных так, чтобы время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных $T_d(L)$ было всегда больше времени поиска $T_s(L)$, и разность между временем $T_d(L)$ и временем $T_s(L)$ стала малой по сравнению с периодом вращения диска для записи данных, причем:

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta_g) / \omega, \quad (4)$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров,

V_c - количество блоков данных в одном цилиндре,

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах,

θ_g - интервал, измеряемый в радианах,

ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с.

Кроме того, в способе управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, предпочтительно разделяют диск для записи данных на первые области для использования в случае перемещения головки от внутренней дорожки к внешней дорожке, и вторые области для использования в случае перемещения головки от внешней дорожки к внутренней дорожке, и при осуществлении этапа определения положения блока данных на диске для записи данных определяют положение блока данных на основании оптимальных значений сдвига и интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, в соответствующих областях с учетом направления перемещения головки, а на этапе планирования селективно обращаются только к первым и вторым областям в соответствии с направлением перемещения головки.

Кроме того, в способе управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, предпочтительно первые области и вторые области на диске для записи данных разделяют его на множество, состоящее, по меньшей мере, из двух частей в радиальном направлении, причем первые области и вторые области определяют так, что они распределены от крайней внутренней дорожки к крайней внешней дорожке на диске.

Также поставленная задача может быть решена с помощью применения устройства управления доступом к диску для записи данных, содержащего средство определения

сдвига, для определения сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, средство упорядочения блоков данных для определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, по меньшей мере, определенного сдвига, и средство планирования для планирования порядка множества входных запросов на обращение к диску для записи данных так, чтобы величина перемещения головки была малой во время обращения головки к диску для записи данных, при этом головка выполнена с возможностью обращения к диску для записи данных на основании результатов планирования.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, средство упорядочения блоков данных предпочтительно выполнено с возможностью определения положения блоков данных, дополнительно к сдвигу, на основании интервала, указывающего угловую разность между началом и концом одного и того же блока данных.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, средство упорядочения блоков данных предпочтительно выполнено с возможностью определения комбинаций данных, каждая из которых представляет собой комбинацию сдвига и интервала для множества блоков данных и селективного использования комбинаций данных в соответствии с положением каждого блока данных на диске для записи данных.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, средство упорядочения блоков данных предпочтительно выполнено с возможностью изменения размера блока данных так, чтобы интервал, указывающий угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, был постоянным по всей области от внешнего края до внутреннего края диска для записи данных.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, средство определения сдвига предпочтительно выполнено с возможностью определения сдвига в соответствии с изменением интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, на основании разности радиусов дорожек записи.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, средство планирования предпочтительно выполнено с возможностью изменения порядка множества запросов на доступ к диску для записи данных так, чтобы они были упорядочены, начиная от наиболее близкого к головке при перемещении ее от текущего положения по направлению к позиции на внутренней

дорожке или внешней дорожке диска для записи данных, а средство упорядочения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, дополнительно к сдвигу, интервала, указывающего угловую разность между началом и концом одного и того же блока данных так, чтобы разность между заданным временем ожидания, обусловленным вращением диска для записи данных $T_d(L)$ и временем поиска $T_s(L)$ вблизи среднего расстояния поиска L_a , заданного нижеприведенным уравнением (6), стала малой по сравнению с периодом вращения диска для записи данных, при этом:

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta_g + 2\pi) / \omega, \quad (5)$$

$$L_a = L_t / (N-1), \quad (6)$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров,
 V_c - количество блоков данных в одном цилиндре,

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах,

θ_g - интервал, измеряемый в радианах,

ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с,

L_t - максимальное значение расстояния между положениями доступа при упорядочении запросов доступа, выраженное через количество цилиндров,

N - количество обращений, которые могут быть одновременно обработаны, и

m - выбрано так, чтобы стать минимальным в диапазоне, где $T_d(L)$ превышает время поиска $T_s(L)$ на расстоянии L поиска.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, средство планирования предпочтительно выполнено с возможностью изменения порядка множества запросов на доступ к диску для записи данных для их упорядочивания в порядке появления при перемещении головки от текущего положения по направлению к позиции либо на внутренней дорожке, либо на внешней дорожке диска для записи данных, а средство упорядочения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блоков данных на диске для записи данных на основании дополнительно к сдвигу интервала так, чтобы время ожидания, обусловленного вращением диска для записи данных $T_d(L)$, заданное нижеприведенным уравнением, было всегда больше времени поиска $T_s(L)$, а разность между временем $T_d(L)$ и временем $T_s(L)$ стала малой по сравнению с периодом вращения диска для записи данных, при этом:

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta_g) / \omega, \quad (7)$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров,

V_c - количество блоков данных в одном цилиндре,

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах,

θ_g - интервал, измеряемый в радианах,

ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с.

При этом устройство управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, предпочтительно выполнено с возможностью использования диска для записи данных, который разделен на первые области, для использования при перемещении головки от внутренней дорожки

к внешней дорожке, и вторые области для использования в случае перемещения головки от внешней дорожки к внутренней дорожке, и средство упорядочения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блока данных на диске для записи данных на основании оптимальных значений сдвига и интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, в соответствующих областях на основании направления перемещения головки, а средство планирования обеспечивает селективное обращение только к первым и вторым областям в соответствии с направлением перемещения головки.

При этом устройство управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, предпочтительно выполнено с возможностью использования диска для записи данных, в котором первые области и вторые области разделяют его на множество, состоящее, по меньшей мере, из двух частей, вдоль радиального направления, причем первые области и вторые области определены так, что они распределены от крайней внутренней дорожки к крайней внешней дорожке на диске для записи данных.

Кроме того, поставленная задача решается тем, что способ управления доступом к диску для записи данных содержит этапы определения положения блока данных на диске для записи данных для минимизации времени ожидания, обусловленного вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, планирования порядка множества входных запросов доступа к диску для записи данных для минимизации величины перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, и доступа к диску для записи данных посредством головки на основании результатов планирования.

Также в способе управления доступом к диску для записи данных предпочтительно этап определения положения дополнительно содержит этапы определения сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, и определения положения блока данных на нем на основании, по меньшей мере, определенного сдвига.

Также в способе управления доступом к диску для записи данных предпочтительно этап определения положения предпочтительно включает определение положения блока данных на диске для записи данных на основании, дополнительно к сдвигу интервала, указывающего угловую разность между началом и концом одного и того же блока данных.

При этом поставленная задача может быть решена с помощью устройства управления доступом к диску для записи данных, содержащего средство определения положения блока данных на диске для записи данных для минимизации времени ожидания,

обусловленного вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, средство планирования порядка множества запросов доступа для минимизации величины перемещения головки при ее обращении к диску для записи данных, и средство для доступа к диску для записи данных с помощью головки на основании результатов планирования.

Кроме того, в устройстве управления доступом к диску для записи данных средство определения положения блока данных предпочтительно содержит средство для определения сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных и средство для определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, по меньшей мере, определенного сдвига.

Кроме того, в устройстве управления доступом к диску для записи данных средство определения положения блока данных на диске для записи данных предпочтительно выполнено с возможностью определения положения блока данных на диске на основании дополнительно к сдвигу интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных.

Также поставленная задача может быть решена с помощью устройства управления доступом к диску для записи данных, содержащего средство определения сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, устройство распределения блока данных для определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, по меньшей мере, определенного сдвига, и средство планирования для планирования порядка множества входных запросов на обращение к диску для записи данных так, чтобы величина перемещения головки была малой во время обращения головки к диску для записи данных, при этом головка выполнена с возможностью обращения к диску для записи данных на основании результатов планирования.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных устройство распределения блоков данных предпочтительно выполнено с возможностью определения положения блоков данных на основании, дополнительно к сдвигу интервала, указывающего угловую разность между началом и концом одного и того же блока данных.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных устройство распределения блоков данных предпочтительно выполнено с возможностью определения комбинаций данных, каждая из которых представляет собой комбинацию

сдвига и интервала для множества блоков данных, и селективного использования комбинаций данных в соответствии с положением каждого блока данных на диске для записи данных.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных устройство распределения блоков данных предпочтительно выполнено с возможностью изменения размера блока данных так, чтобы интервал, указывающий угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, был постоянным по всей области от внешнего края до внутреннего края диска для записи данных.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных средство определения сдвига предпочтительно выполнено с возможностью определения сдвига в соответствии с изменением интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, на основании разности радиусов дорожек записи.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных средство планирования предпочтительно выполнено с возможностью изменения порядка множества запросов на доступ к диску для записи данных так, чтобы они были упорядочены, начиная от наиболее близкого к головке при перемещении головки от текущего положения по направлению к позиции на внутренней дорожке или внешней дорожке диска для записи данных, а устройство распределения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, дополнительно к сдвигу интервала, указывающего угловую разность между началом и концом одного и того же блока данных так, чтобы разность между заданным временем ожидания, обусловленным вращением диска для записи данных $T_d(L)$ и временем поиска $T_s(L)$ вблизи среднего расстояния L_a поиска, определяемого нижеследующим уравнением (9), стала достаточно малой по сравнению с периодом вращения диска для записи данных, при этом:

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta_g + 2m\pi) / \omega, \quad (8)$$

$$L_a = L_t / (N - 1), \quad (9)$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров,

V_c - количество блоков данных в одном цилиндре,

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах,

θ_g - интервал, измеряемый в радианах,

ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с,

L_t - максимальное значение расстояния между положениями доступа при упорядочении запросов доступа, выраженное через количество цилиндров,

N - количество обращений, которые могут быть одновременно обработаны, и

m - выбрано так, чтобы стать минимальным в диапазоне, где $T_d(L)$ превышает время поиска $T_s(L)$ на расстоянии L поиска.

При этом в устройстве управления доступом к диску для записи данных средство планирования предпочтительно выполнено с возможностью изменения порядка множества запросов на доступ к диску для записи данных так, чтобы они были упорядочены в порядке

появления, когда головка перемещается от текущего положения по направлению к внутренней дорожке или внешней дорожке диска для записи данных, а устройство распределения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блоков данных на диске для записи данных, дополнительно к сдвигу, на основании интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных так, чтобы время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных $T_d(L)$, заданное нижеприведенным уравнением, было всегда больше времени поиска $T_s(L)$, и разность между временем $T_d(L)$ и временем $T_s(L)$ стала малой по сравнению с периодом вращения диска для записи данных, где

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta_g) / \omega \quad (10)$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров,
 V_c - количество блоков данных в одном цилиндре,
 θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах,
 θ_g - интервал, измеряемый в радианах,
 ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с.

При этом устройство управления доступом к диску для записи данных предпочтительно выполнено с возможностью использования диска для записи данных, который разделен на первые области, для использования при перемещении головки от внутренней дорожки к внешней дорожке, и вторые области для использования в случае перемещения головки от внешней дорожки к внутренней дорожке, и средство упорядочения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блока данных на диске для записи данных на основании оптимальных значений сдвига и интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, в соответствующих областях на основании направления перемещения головки, а средство планирования обеспечивает селективное обращение только к первым и вторым областям в соответствии с направлением перемещения головки.

При этом устройство управления доступом к диску для записи данных предпочтительно выполнено с возможностью использования диска для записи данных, в котором первые области и вторые области разделяют его на множество, состоящее, по меньшей мере, из двух частей, вдоль радиального направления, причем первые области и вторые области определены так, что они распределены от крайней внутренней дорожки к крайней внешней дорожке на диске для записи данных.

Краткое описание чертежей

Указанные и другие задачи и особенности настоящего изобретения станут более ясными из последующего описания предпочтительных вариантов воплощения, приведенных со ссылками на чертежи, на которых представлено следующее:

фиг. 1 - схематичное представление для пояснения предшествующего уровня техники, фиг. 2 - блок-схема конфигурации устройства для управления доступом к диску для записи данных в соответствии с первым вариантом воплощения настоящего изобретения,

фиг. 3 - блок-схема последовательности операций при обработке в устройстве распределения блоков, изображенном на фиг. 2,

5 фиг. 4 - блок-схема последовательности операций при обработке в устройстве планирования, изображенном на фиг. 2,

фиг. 6 - схематичное представление, поясняющее способ упорядочения блоков на диске устройством распределения блоков,

10 фиг. 7 - диаграмма, поясняющая содержание карты распределения блоков,

фиг. 8 - диаграмма, поясняющая содержание обработки на этапе S3, изображенном на фиг.3,

15 фиг. 9 - график, поясняющий содержание обработки на этапе S3, изображенном на фиг.3,

фиг. 10 - график, поясняющий накладные расходы в случае, когда учитываются и поиск, и задержка вращения,

20 фиг. 11A, 11B и 11C - диаграммы, поясняющие возможный пример распределения обращений на диске,

фиг. 12 - график, иллюстрирующий накладные расходы для обычного SCAN-алгоритма,

25 фиг. 13 - график, поясняющий соотношение между расстоянием L поиска и задержкой в случае использования возрастающей выпуклой функции, огибающей пилообразную функцию,

30 фиг. 14 - диаграмма, поясняющая обработку в устройстве распределения блоков устройства управления доступом к диску для записи данных согласно второму варианту воплощения настоящего изобретения,

35 фиг. 15 - блок-схема последовательности операций, поясняющая обработку в устройстве распределения блоков в устройстве управления доступом к диску для записи данных, изображенном на фиг. 14,

40 фиг. 16 - диаграмма, поясняющая содержание карты распределения блоков в устройстве управления доступом к диску для записи данных, изображенном на фиг. 13.

Предпочтительные варианты осуществления изобретения

45 Ниже приводится объяснение способа и устройства управления доступом к диску для записи данных согласно вариантам воплощения настоящего изобретения.

Первый вариант воплощения фиг.2 изображает блок-схему конфигурации устройства для управления 50 доступом к диску для записи данных согласно настоящему варианту воплощения изобретения.

55 Устройство управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему варианту воплощения, реализуется работой программного обеспечения, например, в компьютере. Каждый блок, изображенный на фиг.2, представляет собой основной программный модуль или основную структуру данных.

60 Устройство 1 распределения блоков (средство упорядочения) определяет, как данные упорядочены на диске 5 на основании заданного параметра 10 формата. Диск 5 может быть, например, магнитным диском, магнито-оптическим диском или жестким диском.

Параметр 10 формата включает в себя

размер первого блока данных, среднее расстояние L_a перемещения головки при выполнении SCAN-планирования, функцию $T_s(L)$ времени поиска используемого дисководом и физический формат диска 5.

Среднее расстояние L_a перемещения головки определяется следующим уравнением (8), исходя из общего количества цилиндров L_t диска и количества N обращений, обработанных посредством одного сканирования.

$$L_a = L_t / (N - 1) \quad (8)$$

Время поиска $T_s(L)$ для дисковода является функцией расстояния L поиска (количества цилиндров). Его значение определяется механическими характеристиками используемого дисковода. Пример изображен на фиг.5. Насколько много запросов обрабатываются одновременно при сканировании, определяется особенностями системы, использующей этот диск, требуемой эффективностью, величиной буферной памяти, которая может быть использована, и т.д. Чем больше количество N запросов на обращение, которые должны быть сканированы вместе, тем более высокую эффективность случайного доступа должен иметь диск, но существует побочный эффект, заключающийся в том, что время отклика увеличивается, когда величина требуемой буферной памяти увеличивается.

Эти параметры 10 формата определяются центральным процессором (не изображен), имеющим управляющую программу, которая управляет всей системой, и эти параметры 10 формата подаются в устройство 1 распределения блоков. В примере, в котором данный вариант воплощения используется для нелинейного редактирования, устройству 1 распределения блоков были заданы $N = 10$, а $L_a = 300$. Кроме того, размер первого блока данных соответствует одному листу данных образа и составляет приблизительно 700 К. (килобайт) в случае использования вещающими станциями формата CCIR-601 и т.д. Конечно, эти количественные характеристики могут быть произвольно установлены в соответствии с назначением и различными специальными техническими условиями.

Устройство 1 распределения блоков на основании заданного параметра 10 формата определяет, в какую позицию на диске 5 должен быть помещен каждый блок. В данном примере один блок равен одному кадру изображения, но, конечно, основная концепция аналогична как при работе с данными, полученными путем деления MPEG-данных или другого сжатого изображения на подходящие длины, так и с аудиоданными.

К диску 5 может быть осуществлен доступ к каждой области, которая обычно называется "сектором". Один сектор обычно имеет размер от 512 байт до приблизительно 4 К. Область в виде тороида, в которой эти сектора образуют окружность, называют "дорожкой". Далее, цилиндрическая область, содержащая группу одинаковых дорожек из перекрывающегося множества магнитных сред, называется "цилиндром".

Один блок видео- или аудиоданных обычно больше одного сектора, поэтому устройство 1 распределения блоков назначает множество секторов для каждого

блока. Фиг.5 изображает простой пример для случая, когда существует одна магнитная среда (носитель информации). Заштрихованная часть на фиг.6, т.е. полная окружность дорожки "1", и сектора от "0" до "6" дорожки "2" соответствуют одному блоку. В этом примере, поскольку существует только один носитель, то термины "дорожка" и "цилиндр" имеют одно и то же значение, но в случае дисковода, имеющего множество магнитных дисков, при полностью используемых всех частях одного цилиндра блоки назначаются с возможностью использования соседних цилиндров.

Распределение на сектора выполняется для всех блоков. Результат записывается в карту 3 распределения блоков, после чего работа устройства 1 распределения блоков заканчивается. Устройство 1 распределения блоков обозначает позицию сектора путем установки номера цилиндра, номера носителя (который по счету слой носителя) и номера сектора. Однако, в дисководах спецификации SCSI (ANSI интерфейс малой компьютерной системы), которые становятся наиболее популярны в последние годы, последовательные номера (локальные номера секторов, называемые в SCSI "адресами логических блоков", здесь называются номерами логических секторов так, чтобы избежать путаницы с блоками видео- и аудиоданных) присваиваются всем секторам в дисковом и используются для доступа к данным. По этой причине соответствие между номерами логических секторов, определенное с помощью диска, и физическими адресами, т. е. номерами цилиндров, номерами среды и номерами секторов, предварительно запоминается в таблице 7 физических адресов. Устройство 1 распределения блоков преобразует требуемый физический адрес в номер логического сектора, определенный SCSI, обращаясь к таблице 7, и вносит его в карту 3 распределения блоков.

Фиг. 7 изображает пример карты распределения блоков. Информация, соответствующая блоку "0", соответствует заштрихованной части на фиг.6.

С другой стороны, планировщик 2 работает следующим образом. Сначала центральный процессор для управления всей системой определяет параметр 20 планирования и выдает параметр 20 планирования в планировщик 2. Параметр 20 планирования включает в себя константу N , указывающую, сколько запросов на доступ обрабатывается за одно сканирование.

Когда оператор дает команду начать воспроизведение изображения движущейся картинки, записанной на диске 5, центральный процессор, имеющий подходящую управляющую программу, выдает запросы на доступ к блокам, в которых изображение, образующее движущееся изображение картинки, хранится для каждого изображения. Эти запросы 40 на доступ сохраняются в буфере 4 запросов на доступ. Планировщик 2 последовательно извлекает N номеров запросов 40 на доступ, хранимых в буфере 4 запросов на доступ, из тех запросов на доступ, которые поступили раньше, находит на диске 5 положение данных, соответствующих этим запросам, обращаясь к карте 3 распределения блоков, изменяет

порядок запросов на доступ так, чтобы количество перемещений головки стало минимальным, и генерирует команду на доступ к диску 5. Команда на доступ сделана совпадающей с внешним интерфейсом дисководов и поэтому преобразуется в SCSI протокол дисководом 6 SCSI, а затем передается на диск 5. Данные, считанные с диска 5, временно запоминаются в буфере 8 данных и затем передаются на видеоинтерфейс устройства.

Когда оператор дает команду начать запись изображения движущейся картинки, записанной на диске 5, центральный процессор, имеющий подходящую управляющую программу, выдает запросы на доступ к блоку, в котором изображение, образующее изображение движущейся картинки, хранится для каждого изображения. Эти запросы 40 на доступ сохраняются в буфере 4 запросов на доступ. В это же время данные 80 изображения, образующие движущуюся картинку, передаются из видеоинтерфейса (не изображен) в буфер 8 данных, и эти данные 80 изображения временно запоминаются в буфере 8 данных. Планировщик 2 последовательно извлекает N номеров запросов 40 на доступ, хранимых в буфере 4 запросов на доступ, из тех запросов на доступ, которые поступили раньше. Затем планировщик 2 находит на диске 5 положение данных, соответствующих этим запросам, обращаясь к карте 3 распределения блоков. К тому же планировщик 2 изменяет порядок запросов на доступ так, чтобы количество перемещений головки стало минимальным, и генерирует команду на доступ к диску 5. Команда на доступ согласована с внешним интерфейсом дисководов и поэтому преобразуется в SCSI протокол дисководом 6 SCSI, а затем передается на диск 5.

Ниже приводится подробное описание работы устройства 1 распределения блоков.

В качестве параметра 10 формата, изображенного на фиг.2, когда заданы размер одного блока, среднее расстояние L_a перемещения головки при выполнении SCAN-планирования, функция $T_s(L)$ времени поиска используемого дисководов, физический формат диска 5 (количество цилиндров, количество секторов на одной дорожке и количество сред, составляющих цилиндр), то устройство 1 распределения блоков определяет положение каждого блока на диске 5 с помощью этапов S1 - S5 процедуры, изображенной на фиг.3.

На этапе S1 вычисляется, сколько блоков изображения имеется в одном цилиндре (B_c). Общее количество секторов в одном цилиндре получается умножением количества секторов на дорожке на количество сред. Если это число разделить на количество секторов, необходимых для хранения одного блока, получается значение B_c .

Интервал θ_g определяется на этапе S2. Интервал есть угловая разность между начальным сектором и окончательным сектором блока. Например, в случае блока, указанного штриховкой на фиг.6, начальным является сектор "0" дорожки "1" и конечным является сектор "6" дорожки "2", поэтому интервал θ_g равен $5/12$ длины окружности, т.е. $5\pi/6$ рад.

Сдвиг θ_s определяется на этапе S3 на основании указанных выше данных. Здесь θ_s означает угловую разность в круговом

направлении между головками соседних блоков. При выводе уравнения сначала используют в качестве начальной точки положение головки, когда считывание некоторого блока закончено, при этом время $T_d(L)$ до того момента, пока головка достигнет того же самого угла в круговом направлении от положения, когда головка начинает перемещаться из начальной точки на количество L цилиндров, вычисляется следующим уравнением (9):

$$T_d(L) = (L \cdot B_c \cdot \theta_s + \theta_g + 2m\pi) / \omega, \quad (9)$$

где L - расстояние поиска, измеряемое в количестве цилиндров,

B_c - количество блоков данных в одном цилиндре,

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах,

θ_g - интервал, измеряемый в радианах,

ω - скорость вращения (рад/с) диска,

m - любое целое число, при котором $T_d(L)$ становится положительным.

Фиг.8 поясняет уравнение (9) на диске.

Предполагается (фиг.8), что обращение к блоку "0" только что завершено. Предполагается, что головка расположена в направлении угла θ_0 , если смотреть из центра. Теперь при необходимости доступа к блоку "0" опять необходимо ожидать до тех пор, пока диск повернется точно на величину интервала θ_g , поэтому время задержки равно θ_g/ω .

Далее, до начала блока "n" необходимо подождать, пока диск повернется точно на угол, равный сумме интервала θ_g блока "0" и количество n блоков, составляющих сдвиг ($n \theta_s$). Это дает интервал времени, равный $n \theta_s/\omega$. Так как диск вращается, то начало данных достигает положения, в котором находится головка, за время, полученное добавлением целого кратного цикла вращения к времени, полученному таким образом. Когда головка перемещается на n/B_c цилиндров, выраженному в количестве цилиндров, при построении графика, на котором количество цилиндров указано на оси абсцисс и время задержки до достижения начальной точки - на оси ординат, получается график, изображенный на фиг.9. Чем больше сдвиг, тем больше расхождение группы линий. Отметим, что в приведенной выше теории предполагается, что положение (угол) головки в направлении окружности, если смотреть из центра, был постоянным безотносительно к расстоянию от центра. В действительности имеют место случаи, когда положение не точно постоянно в зависимости от механизма головки, но влияние этого достаточно мало и поэтому обычно может не учитываться.

Как изображено на фиг.9, время до начала блока, появляющегося под головкой в каждом цилиндре, определяется с помощью уравнения (9). Однако, так как головка должна перемещаться к требуемому цилиндру за это время, то время задержки представляет собой время до момента появления начала блока первый раз после операции поиска. Это определяет накладные расходы $T_d(L)$, которые включают в себя задержку поиска и вращения. Фиг. 10 иллюстрирует этот случай, а уравнение (1) содержит его определение. Реальные накладные расходы (время задержки)

показаны сплошной линией на фиг. 10.

Отметим, что функция времени поиска показана пунктирной линией. На чертеже Trot означает один оборот.

На этапе S3-1 определяется формула прямой линии при $m=0$ в уравнении (3) и на фиг.9, т.е. формула, указанная следующим уравнением (10):

$$Td(L) = (L \cdot Vc \cdot \theta s + \theta g) / \omega. \quad (10)$$

Последующие этапы S3-2, S3-3 и S3-4 являются этапами для выбора сдвига θs так, чтобы эта прямая линия была всегда выше (соответствующее ее значение больше), чем функция $Ts(L)$ времени поиска и, по существу, в контакте с функцией времени поиска. Прямая линия при $m=0$ на фиг. 10 получена с использованием θs , выбранного таким образом.

Этапы S4 и S5 определяют положение каждого блока на диске по всей области диска с использованием сдвига и интервала, полученных указанным выше способом.

На этапе S4 указатель физического адреса сначала устанавливается в начальное состояние (0/0/0).

Следующий этап представляет собой цикл повторения по всем блокам. В цикле сначала на этапе S5-1 вычисляется номер логического сектора, исходя из физического адреса, при обращении к таблице физических адресов. На этапе S5-2 полученная информация и физический адрес записываются в карту 3 распределения блоков. Содержимое карты 3 распределения блоков изображено на фиг.7.

Когда предшествующая обработка заканчивается, указатель физического адреса перемещается вперед для подготовки к обработке следующего блока. Указатель Ppa физического адреса обновляется на этапе S5-3. На этапе S5-4 проверяется, была ли произведена обработка всех блоков на этапах S5-1 -S5-3 или нет. Если нет, то обработка на этапах S5-1 - S5-3 проводится для блоков, которые еще не были обработаны.

Таким образом, расположение N-го блока на диске является следующим:

(1) позади распределенного блока и

(2) в области, в которой сектор, имеющий угловую разность от начала 0-го блока, ближайшую к N-му, определяется в качестве начального.

Ниже приведено пояснение случая наихудших накладных расходов в способе управления доступом к диску для записи данных согласно рассматриваемому варианту осуществления.

В общем случае запрос 40 на доступ генерируется по отношению ко всем позициям на диске 5. Позиции, обработанные за одно сканирование, имеют неравномерности в распределении, как изображено на фиг. 11A или 11B, и наоборот, распределены равномерно, как изображено на фиг. 11C. В этом примере головка перемещается в соответствии с шестью запросами 40 на доступ, поэтому при этом реализуются пять процедур случайного доступа и соответствующие им накладные расходы. Общая сумма накладных расходов по отношению к этим пяти случайным доступам соответствует наихудшему случаю, если все доступы равномерно распределены, когда график функции накладных расходов имеет выпуклую вверх форму (фиг. 11C). Когда имеются неравномерности в распределении,

общая сумма накладных расходов становится меньше, чем в данном случае. Другими словами, когда накладные расходы на среднем расстоянии перемещения La головки генерируются повторно, общая сумма накладных расходов становится наихудшей (наибольшей).

График $Td(L)$ на фиг. 10 является пилообразной функцией. Если $Td(L)$ заменить на функцию, имеющую выпуклую вверх форму и огибающую ее сверху, то приведенная выше теория в основном выполняется. Пример такой функции приведен на фиг. 12. Т.е. наихудшие накладные расходы на один доступ представляют собой значение, полученное считыванием значения $Td(L)$ в положении, когда расстояние равно La на графике, изображенном на фиг. 10 (T_{max} на чертеже). Как отмечено выше, это является аппроксимацией, но как в примере на фиг. 10, функция $Td(L)$ и огибающая ее сверху функция обычно совпадают друг с другом вблизи La , поэтому можно считать, что в действительности ошибка отсутствует. Далее, аппроксимация осуществляется со стороны надежной оценки (т.е. при условии, когда оценка накладных расходов превышает реальное их значение), поэтому нет риска оценки наихудшего значения в меньшей степени, чем исходное значение.

На этапе S3, изображенном на фиг.3, сдвиг выбран так, что одна из групп прямых линий для задержки вращения, заданных уравнением (9), расположены в положении выше, чем функция $Ts(L)$ времени поиска, но максимально близко к ней. Таким образом, $Td(L)$ может иметь меньшее значение вблизи расстояния La и, следовательно, наихудшие накладные расходы T_{max} могут быть уменьшены.

Фиг. 12 иллюстрирует накладные расходы обычного SCAN-алгоритма. В обычном SCAN-алгоритме общая сумма накладных расходов также становится наихудшей, когда обращения равномерно распределены. Однако, в отличие от рассматриваемого варианта осуществления, не учитывается задержка вращения, поэтому даже после того, как операции поиска завершены, должно учитываться, что в наихудшем случае генерируется задержка вращения для одного оборота. По этой причине значение, полученное суммированием цикла Trot одного оборота и времени поиска $Ts(La)$ при La , характеризует собой наихудшие накладные расходы. Как видно из сравнения фиг. 12 и фиг. 10, эта величина значительно превышает значение, полученное при использовании способа согласно рассматриваемому варианту осуществления. В экспериментах заявителя было подтверждено, что наихудшие накладные расходы в рассматриваемом варианте составляют почти половину по сравнению с их величиной в обычном SCAN-алгоритме.

Как объяснялось выше, в устройстве управления доступом к диску для записи данных, согласно данному варианту осуществления, посредством подходящего выбора сдвига и интервала возможно уменьшить накладные расходы $Td(L)$ при среднем расстоянии La перемещения головки до самого низкого уровня, и время задержки вращения может быть уменьшено таким же

образом. На блок-схеме, изображенной на фиг.3, размер блока имел заданное фиксированное значение, но в соответствии с задачей размер блока может быть выбран в некотором диапазоне. В этом случае и интервал θs и сдвиг θd могут быть изменены и поэтому положение прямой линии может быть точно управляемым так, чтобы оно приближалось к времени поиска вблизи значения L_a .

С помощью указанного выше способа характеристика накладных расходов, сопровождающих перемещение (головки) среди блоков данных, значительно улучшается. Если блок велик и занимает множество дорожек или множество цилиндров, то время, затрачиваемое на смену дорожек, и время перемещения к соседнему цилиндру также должны приниматься во внимание. Интервалы времени, необходимые для смены дорожки и перемещения к соседнему цилиндру, являются также постоянными величинами, поэтому, задавая сдвиг для дорожек или цилиндров так, чтобы записанные данные оказывались точно под головкой после истечения этих интервалов времени, можно исключить формирование длинных задержек вращения в блоке при изменении дорожки и перемещении от одного цилиндра к другому. С этой целью устройство 1 распределения блоков имеет другой набор значений сдвига и интервала для доступа к блоку с наивысшей скоростью, отличных от уже описанных сдвига и интервала для перемещения через блоки. На этапах S4 и S5 на фиг.3 достаточно упорядочить блоки, используя последние сдвиг и интервал, как при расположении одного блока на диске. Возможно сделать последний интервал равным нулю при всех временах и сразу использовать сдвиг для поглощения смены дорожек и времени перемещения через цилиндры.

Ниже приводится описание работы планировщика 2.

На фиг.4 представлена блок-схема последовательности операций, осуществляемых планировщиком 2. На этапе S11 головка диска сначала перемещается к цилиндру "#0". Затем обработка переходит к этапу S12, на котором выполняется реальное планирование.

На этапе S12 N запросов доступа считываются и выбираются из буфера запросов на доступ в порядке от предыдущих (более "старых") запросов во времени на этапе S 12-1. В одном запросе на доступ описываются количества блоков, к которым должно быть обращение, и начальный адрес буфера данных, используемый для передачи данных. Количество N является постоянным предварительно заданным из другой управляющей программы (не изображена).

На этапе S12-2 осуществляется обращение к карте 3 распределения блоков для каждого из N запросов на доступ и подтверждаются физические адреса блоков, к которым должно быть осуществлено обращение (номер цилиндра, количество носителей и количество секторов). Затем, на этапе S12-3 эти N запросов на доступ переупорядочиваются в возрастающем порядке по номеру цилиндра. С помощью этой операции реализуется планирование согласно SCAN-алгоритму. На этапе S12-4 эти

переупорядоченные запросы на доступ посылаются на диск через дисковод в возрастающем порядке, начиная с наименьшего номера цилиндра, и выполняются реальные обращения и передачи данных. После выдачи команд доступа для одного блока ожидается окончание передачи на этапе S 12-5, а затем выдается следующая команда доступа. После повторения этих операций N раз (S 12-6) обработка запросов доступа заканчивается. На этапе S12-7 управляющая программа регистрирует, что обработка N доступов завершена, и последовательность обработки N запросов на доступ заканчивается.

Наконец, на этапе S12-8 определяется, не хранятся ли N запросов на доступ в буфере запросов на доступ. Если нет, то планировщик 2 возвращается на этап S 12-1, выбирает следующие N запросов на доступ и продолжает обработку. Если в буфере запросов на доступ нет N запросов, на этом этапе обработка прекращается.

Отметим, что, например, устройство 1 распределения блоков упорядочивает блоки и изменяет размер блоков так, чтобы интервал был постоянным по всей области от внешней стороны диска 5 до внутренней, посредством чего характеристика реального времени доступа может быть дополнительно улучшена.

Второй вариант воплощения

Планировщик 2, описанный выше применительно к первому воплощению, перемещается к крайней внешней позиции доступа в начале следующей операции сканирования. А именно, когда выполняется последнее обращение на этапах S12-4 и S12-5 на фиг.4, головка выполняет обращение к крайней внутренней позиции из N позиций доступа. При первом обращении цикла обработки следующих N обращений имеет место перемещение к внешнему цилиндру, имеющему наименьший номер цилиндра. При этом перемещении реализуются операция поиска наибольшей длины от крайней внутренней окружности к крайней внешней окружности и задержка вращения на один оборот, что соответствует наихудшему случаю. Так как это имеет место для каждых N обращений и так как выборка данных не может выполняться в течение этого времени, оно должно быть добавлено к общей сумме накладных расходов всей операции сканирования. Конечно, эффективность снижается на эту величину.

Конечно, возможно обращаться к диску даже во время перемещения от внутренней окружности по направлению к внешней окружности, но, так как направление перемещения головки становится реверсивным, первый член уравнения (15), т. е. знак сдвига, меняется на противоположный. По этой причине оптимальные сдвиг и интервал в случае перемещения от внешней окружности к внутренней окружности не всегда становятся подходящими параметрами для перемещения в обратном направлении. Это является причиной снижения эффективности, когда головка движется в обратном направлении.

Устройство для управления доступом к диску для записи данных согласно второму воплощению настоящего изобретения, которое будет описано ниже, позволяет

решить эту проблему и обеспечивает способ выполнения высокоскоростной передачи данных, даже когда головка возвращается от внутренней окружности к внешней окружности. Сначала устройство 1 распределения блоков разделяет цилиндры на цилиндры 50, обозначенные штриховкой, используемые при выполнении сканирования от внешней стороны к внутренней, как изображено на фиг. 14. На фиг. 14 цилиндры 50, обозначенные буквами F, используются при выполнении сканирования от внешней стороны к внутренней, а цилиндры 50, обозначенные буквами B, используются при выполнении сканирования от внутренней стороны к внешней. На фиг. 14 цилиндры разделяются на группы из двух цилиндров, но количество цилиндров в группе этим числом не ограничивается. Цилиндры могут быть разделены на группы из подходящего количества цилиндров.

Таким же образом, как в устройстве управления доступом к диску для записи данных согласно описанному выше первому воплощению, обработка на этапах S4 и S5, изображенных на фиг.3, после определения сдвига и интервала согласно этапу S1 на фиг.3 изменяется, как показано на фиг. 15.

Как показано на фиг. 15, на этапе S31 указатель физического адреса устанавливается в начальное состояние таким же способом, как в первом варианте.

Затем соответствующие блоки распределяются на диск на этапе S32. Этап S32 представляет собой цикл, повторяемый для всех блоков. На этапе S32-1 проверяется, принадлежит ли целый блок областям F или областям B на основании физического адреса блока во время обработки.

Этап S32-2 является разветвлением, основанным на результате этой проверки. Если весь блок принадлежит областям F, то выполняются этапы S32-3 - S32-7. При этом этап S32-3 соответствует этапу S5-1 на фиг.3 и является этапом проверки соответствующего номера логического сектора с использованием таблицы физических адресов, в то время как на этапе S32-4 выполняется операция записи в карту 3 распределения блоков тем же способом, что и на этапе S5-2 на фиг.3.

По сравнению с картой 3 распределения блоков в первом варианте, изображенной на фиг.7, в карте 3 распределения блоков в данном варианте добавляется флаг, указывающий, находится ли этот блок в областях F или в областях B. Эта ситуация изображена на фиг. 16. Этап S32-5 является этапом записи F в этой части.

Если на этапе S32-2 определено, что блок не принадлежит полностью областям F, размещение по этому физическому адресу не выполняется и отыскивается физический адрес, который полностью принадлежит областям F. На этапе S32-6 определяется следующий физический адрес исходя из сдвига и интервала и далее проверяется, каким областям он принадлежит. На этапе S32-7 определяется, считана ли внутренняя окружность. Если нет, программа обработки переходит к этапу S32- 1, после которого на этапе S32-2 опять выполняется проверка. Таким образом, повторяются попытки получения физического адреса, принадлежащего целиком областям F.

Данный адрес назначается блоку.

Например, как показано на фиг. 16, в случае системы, выполненной в соответствии с первым вариантом, следующий блок N 5 был размещен с физическим адресом (1/5/8), но вторая половина блока накладывается на цилиндр N 2. Цилиндр N 2 является областью B, поэтому эти области не назначаются, и затем отыскивается следующий адрес, который может быть назначен. Указатель физического адреса последовательно получает приращения, и физический адрес (4/2/0) назначается блоку N 5. Как и в первом варианте, в способе назначения блоков без пропуска средней части и в способе для назначения блоков с пропуском средней части, как в данном варианте, соотношение между расстоянием (количеством цилиндров) радиального направления и величиной сдвига должно быть постоянными, поэтому используется способ назначения, как объяснено выше. Это является причиной, почему использование не начинается с начала (4/0/0) цилиндра N4. Описанная выше обработка повторяется до тех пор, пока физический адрес не достигнет крайней внутренней окружности.

На этапах S33 - S36 выполняется аналогичная обработка по отношению к областям B. Началом областей B является цилиндр N 2, как изображено на фиг. 14, поэтому указатель физического адреса устанавливается равным этому адресу на этапе S33.

Затем знак сдвига изменяется на обратный на этапе S34. К областям B осуществляется обращение от внутренней окружности по направлению к внешней окружности, поэтому величина перемещения цилиндров становится отрицательной. Поэтому, когда в соответствии с этим изменяется знак сдвига, получается оптимальный сдвиг для перемещения головки от внутренней части к внешней.

Этап S35 является этапом реальной записи данных на карту 3 распределения блоков. Эта часть обработки аналогична этапам S32-1 - S32-6. Отметим, однако, что существует отличие от этапов S32-1 - S32-7, заключающееся в следующем:

(1) данные записываются в карту распределения блоков, только когда целый блок находится в областях B. В противном случае делаются другие попытки с помощью нового физического адреса,

(2) B записывается в карту распределения блоков.

Наконец, на этапе S36 определяется, все ли блоки, подлежащие обработке, обработаны. Если нет, процесс обработки возвращается на этап S31. Если все подлежащие обработке блоки обработаны, то обработка останавливается.

Фиг. 16 соответствует случаю, когда всего 5012 блоков распределены в области F. Поэтому номер блока из областей B начинается с 5013 и назначение блоков повторяется до тех пор, пока головка снова не достигнет крайней внутренней окружности.

Так как устройство 1 распределения блоков имеет заданную конфигурацию, описанную выше, планировщик 2 выбирает только запросы для обращения к областям B из буфера запросов адреса для планирования, когда головка перемещается в

направлении от внешней окружности к внутренней окружности, и выбирает только запросы для обращения к областям В из буфера запросов адреса для планирования, когда эта операция полностью завершена и головка перемещается от внутренней окружности к внешней окружности. Благодаря этому, вне зависимости от направления перемещения головки, задержка вращения может быть всегда снижена до минимального уровня. В первом варианте воплощения для головки, достигшей внутренней окружности, при возвращении к внешней окружности имело место время задержки, однако во втором варианте воплощения не существует такого времени задержки, поэтому эффективность диска повышается.

В первом варианте воплощения было упомянуто, что когда один большой блок располагался на множестве дорожек и секторов, эффективность была хорошей, если был задан другой сдвиг, учитывающий соответствующие интервалы времени. В данном втором варианте воплощения возможно использование аналогичной методики. В данном втором варианте, когда головка перемещается от внутренней окружности по направлению к внешней окружности, она последовательно перемещается от внутреннего цилиндра к внешнему цилиндру, также при обращениях внутри блока, поэтому сдвиг для получения времени, необходимого для движения цилиндра, может быть задан в обратном направлении для перемещения от внешней окружности по направлению к внутренней окружности.

Отметим, что, как изображено на фиг. 14, задавая цилиндр 50 и цилиндр 51 так, чтобы они были распределены от крайней внутренней окружности к крайней внешней окружности на диске, эффективность обращения к диску может быть дополнительно увеличена.

Как указано выше, в соответствии со способом управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, и устройством для его реализации, накладные расходы для диска, т.е. сумма времени поиска и времени задержки вращения, могут быть снижены и может быть обеспечено их максимальное значение на низком уровне.

Кроме того, в соответствии со способом управления доступом к диску для записи данных, согласно настоящему изобретению, и устройством для его реализации, задавая сдвиг, соответствующий направлению перемещения головки для каждой области, возможно снизить накладные расходы независимо от направления перемещения головки.

Должно быть понятно, что во время обращения или после интервала времени обращения головки к диску определяется планирование для следующего перемещения доступа. Когда начинается это следующее обращение, головка перемещается к начальной позиции, определенной планированием для такого следующего перемещения головки для обращения. В случае первого перемещения головки для обращения после включения устройства, изображенного на фиг.2, головка перемещается в начальную позицию,

определенную первой операцией планирования после включения питания.

Хотя настоящее изобретение было описано со ссылками на предпочтительные варианты воплощения, оно не ограничивается этими вариантами воплощения и включает в себя все модификации, очевидные для специалистов.

Формула изобретения:

1. Способ управления доступом к диску для записи данных, включающий этапы определения сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, по меньшей мере, определенного сдвига, планирования порядка множества входных запросов доступа к диску для записи данных для минимизации величины перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных и доступа к диску для записи данных с помощью головки на основании результатов планирования.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что определение положения блока данных на диске для записи данных осуществляют на основании, в дополнение к определенному сдвигу, интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что дополнительно включает этапы определения комбинаций данных, каждая из которых представляет собой комбинацию сдвига и интервала, для множества блоков данных и селективного использования комбинаций данных в соответствии с положением каждого блока данных на диске для записи данных.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что размер блока данных изменяют так, что интервал, указывающий угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, является постоянным по всей области от внешнего края до внутреннего края диска для записи данных.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что сдвиг определяют в соответствии с изменением интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, на основании разности радиусов дорожек записи.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что на этапе планирования изменяют порядок множества запросов на доступ к диску так, что они распределяются в порядке, начиная с ближайшего к головке, при движении головки от текущей позиции по направлению к позиции на внутренней дорожке для записи данных, а этап определения положения блока данных на диске для записи данных осуществляют на основании, в дополнение к сдвигу, интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных так, что разность между временем ожидания, обусловленным вращением диска для записи данных $T_d(L)$, и временем поиска $T_s(L)$, вблизи среднего расстояния поиска L_a ,

мала по сравнению с периодом вращения, при этом

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta g + 2m\pi) / \omega,$$

$$L_a = L_t / (N-1),$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров;

Vc - количество блоков данных в одном цилиндре;

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах;

θg - интервал, измеряемый в радианах;

ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с;

Lt - максимальное значение расстояния между положениями доступа при упорядочении запросов доступа, выраженное через количество цилиндров;

N - количество обращений, которые могут быть одновременно обработаны;

m - выбрано так, чтобы стать минимальным в диапазоне, где $T_d(L)$ превышает время поиска $T_s(L)$ на расстоянии L поиска.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что на этапе планирования изменяют порядок множества запросов на доступ к диску для записи данных для их упорядочения в процессе появления при перемещении головки от текущего положения по направлению к внутренней дорожке или внешней дорожке диска для записи данных, а этап определения положения блока данных на диске для записи данных осуществляют на основании, дополнительно к сдвигу, интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных так, чтобы время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных $T_d(L)$, было всегда больше времени поиска $T_s(L)$ и разность между временем $T_d(L)$ и временем $T_s(L)$ стала малой по сравнению с периодом вращения диска для записи данных, причем

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta g) / \omega,$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров;

Vc - количество блоков данных в одном цилиндре;

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах;

θg - интервал, измеряемый в радианах;

ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с.

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что диск для записи данных разделяют на первые области для использования в случае перемещения головки от внутренней дорожки к внешней дорожке, и вторые области для использования в случае перемещения головки от внешней дорожки к внутренней дорожке, при осуществлении этапа определения положения блока данных на диске для записи данных определяют положение блока данных на основании оптимальных значений сдвига и интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, в соответствующих областях с учетом направления перемещения головки, а на этапе планирования селективно обращаются только к первым и вторым областям в соответствии с направлением перемещения головки.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что первые области и вторые области на диске для записи данных разделяют его на

множество, состоящее, по меньшей мере, из двух частей в радиальном направлении, причем первые области и вторые области определяют так, что они распределены от крайней внутренней дорожки к крайней внешней дорожке на диске.

10. Устройство управления доступом к диску для записи данных, содержащее средство определения сдвига, для определения сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных, на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, средство упорядочения блоков данных для определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, по меньшей мере, определенного сдвига и средство планирования для планирования порядка множества входных запросов на обращение к диску для записи данных так, чтобы величина перемещения головки была малой во время обращения головки к диску для записи данных, при этом головка выполнена с возможностью обращения к диску для записи данных на основании результатов планирования.

11. Устройство по п.10, отличающееся тем, что средство упорядочения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блоков данных, дополнительно к сдвигу, на основании интервала, указывающего угловую разность между началом и концом одного и того же блока данных.

12. Устройство по п.11, отличающееся тем, что средство упорядочения блоков данных выполнено с возможностью определения комбинаций данных, каждая из которых представляет собой комбинацию сдвига и интервала для множества блоков данных и селективного использования комбинаций данных в соответствии с положением каждого блока данных на диске для записи данных.

13. Устройство по п.10, отличающееся тем, что средство упорядочения блоков данных выполнено с возможностью изменения размера блока данных так, чтобы интервал, указывающий угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, был постоянным по всей области от внешнего края до внутреннего края диска для записи данных.

14. Устройство по п.10, отличающееся тем, что средство определения сдвига выполнено с возможностью определения сдвига в соответствии с изменением интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, на основании разности радиусов дорожек записи.

15. Устройство по п.10, отличающееся тем, что средство планирования выполнено с возможностью изменения порядка множества запросов на доступ к диску для записи данных так, чтобы они были упорядочены, начиная от наиболее близкого к головке при перемещении ее от текущего положения по направлению к позиции на внутренней дорожке или внешней дорожке диска для записи данных, а средство упорядочения

блоков данных выполнено с возможностью определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, дополнительно к сдвигу, интервала, указывающего угловую разность между началом и концом одного и того же блока данных так, чтобы разность между заданным временем ожидания, обусловленным вращением диска для записи данных $T_d(L)$, и временем поиска $T_s(L)$ вблизи среднего расстояния поиска L_a , заданного нижеследующим уравнением (2), стала малой по сравнению с периодом вращения диска для записи данных, при этом

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta_g + 2m\pi) / \omega, \quad (1)$$

$$L_a = L_t / (N-1), \quad (2)$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров;

V_c - количество блоков данных в одном цилиндре;

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах;

θ_g - интервал, измеряемый в радианах;

ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с;

L_t - максимальное значение расстояния между позициями доступа при упорядочении запросов доступа, выраженное через количество цилиндров;

N - количество обращений, которые могут быть одновременно обработаны;

m - выбрано так, чтобы стать минимальным в диапазоне, где $T_d(L)$ превышает время поиска $T_s(L)$ на расстоянии L поиска.

16. Устройство по п.10, отличающееся тем, что средство планирования выполнено с возможностью изменения порядка множества запросов на доступ к диску для записи данных для их упорядочения в порядке появления при перемещении головки от текущего положения по направлению к позиции либо на внутренней дорожке, либо на внешней дорожке диска для записи данных, а средство упорядочения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блоков данных на диске для записи данных на основании, дополнительно к сдвигу интервала, так, чтобы время ожидания, обусловленного вращением диска для записи данных $T_d(L)$, заданное нижеследующим уравнением, было всегда больше времени поиска $T_s(L)$, а разность между временем $T_d(L)$ и временем $T_s(L)$ стала малой по сравнению с периодом вращения диска для записи данных, при этом

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta_g) / \omega,$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров;

V_c - количество блоков данных в одном цилиндре;

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах;

θ_g - интервал, измеряемый в радианах;

ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с.

17. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что диск для записи данных разделен на первые области для использования при перемещении головки от внутренней дорожки к внешней дорожке и вторые области для использования в случае перемещения головки от внешней дорожки к внутренней дорожке, средство упорядочения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блока данных на

диске для записи данных на основании оптимальных значений сдвига и интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, в соответствующих областях на основании направления перемещения головки, а средство планирования обеспечивает селективное обращение только к первым и вторым областям в соответствии с направлением перемещения головки.

18. Устройство по п.17, отличающееся тем, что первые области и вторые области на диске для записи данных разделяют его на множество, состоящее, по меньшей мере, из двух частей, вдоль радиального направления, причем первые области и вторые области определены так, что они распределены от крайней внутренней дорожки к крайней внешней дорожке на диске для записи данных.

19. Способ управления доступом к диску для записи данных, содержащий этапы определения положения блока данных на диске для записи данных для минимизации времени ожидания, обусловленного вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных; планирования порядка множества входных запросов доступа к диску для записи данных для минимизации величины перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных и доступа к диску для записи данных посредством головки на основании результатов планирования.

20. Способ по п. 19, отличающийся тем, что этап определения положения дополнительно содержит этапы определения сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, и определения положения блока данных на нем на основании, по меньшей мере, определенного сдвига.

21. Способ по п.20, отличающийся тем, что упомянутый этап определения положения включает определение положения блока данных на диске для записи данных на основании, дополнительно к сдвигу интервала, указывающего угловую разность между началом и концом одного и того же блока данных.

22. Устройство управления доступом к диску для записи данных, содержащее средство определения положения блока данных на диске для записи данных для минимизации времени ожидания, обусловленного вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, средство планирования порядка множества запросов доступа для минимизации величины перемещения головки при ее обращении к диску для записи данных и средство для доступа к диску для записи данных с помощью головки на основании результатов планирования.

23. Устройство по п.22, отличающееся тем, что средство определения положения блока данных содержит средство для

определения сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, средство для определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, по меньшей мере, определенного сдвига.

24. Устройство по п.23, отличающееся тем, что средство определения положения блока данных на диске для записи данных выполнено с возможностью определения положения блока данных на диске на основании дополнительно к сдвигу интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных.

25. Устройство управления доступом к диску для записи данных, содержащее средство определения сдвига, указывающего угловую разность в направлении вращения диска для записи данных между началами соседних блоков данных, который минимизирует время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных на среднем расстоянии перемещения головки при обращении головки к диску для записи данных, устройство распределения блоков данных для определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, по меньшей мере, определенного сдвига и средство планирования для планирования порядка множества входных запросов на обращение к диску для записи данных так, чтобы величина перемещения головки была малой во время обращения головки к диску для записи данных, при этом головка выполнена с возможностью обращения к диску для записи данных на основании результатов планирования.

26. Устройство по п.25, отличающееся тем, что устройство распределения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блоков данных на основании, дополнительно к сдвигу интервала, указывающего угловую разность между началом и концом одного и того же блока данных.

27. Устройство по п.26, отличающееся тем, что устройство распределения блоков данных выполнено с возможностью определения комбинаций данных, каждая из которых представляет собой комбинацию сдвига и интервала для множества блоков данных, и селективного использования комбинаций данных в соответствии с положением каждого блока данных на диске для записи данных.

28. Устройство по п.25, отличающееся тем, что устройство распределения блоков данных выполнено с возможностью изменения размера блока данных так, чтобы интервал, указывающий угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных, был постоянным по всей области внешнего края до внутреннего края диска для записи данных.

29. Устройство по п.25, отличающееся тем, что средство определения сдвига выполнено с возможностью определения сдвига в соответствии с изменением интервала, указывающего угловую разность

между началом и окончанием одного и того же блока данных, на основании разности радиусов дорожек записи.

30. Устройство по п.25, отличающееся тем, что средство планирования выполнено с возможностью изменения порядка множества запросов на доступ к диску для записи данных так, чтобы они были упорядочены, начиная от наиболее близкого к головке при перемещении головки от текущего положения по направлению к позиции на внутренней дорожке или внешней дорожке диска для записи данных, а устройство распределения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блока данных на диске для записи данных на основании, дополнительно к сдвигу, интервала, указывающего угловую разность между началом и концом одного и того же блока данных так, чтобы разность между заданным временем ожидания, обусловленным вращением диска для записи данных $T_d(L)$ и временем поиска $T_s(L)$ вблизи среднего расстояния L_a поиска, определяемого нижеследующим уравнением (2), стала достаточно малой по сравнению с периодом вращения диска для записи данных, при этом

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta_g + 2m\pi) / \omega, \quad (1)$$

$$L_a = L_t / (N - 1), \quad (2)$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров;

V_c - количество блоков данных в одном цилиндре;

θ_s - сдвиг, измеряемый в радианах;

θ_g - интервал, измеряемый в радианах;

ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с;

L_t - максимальное значение расстояния между положениями доступа при упорядочении запросов доступа, выраженное через количество цилиндров;

N - количество обращений, которые могут быть одновременно обработаны;

m - выбрано так, чтобы стать минимальным в диапазоне, где $T_d(L)$ превышает время поиска $T_s(L)$ на расстоянии L поиска.

31. Устройство по п.25, отличающееся тем, что средство планирования выполнено с возможностью изменения порядка множества запросов на доступ к диску для записи данных так, чтобы они были упорядочены в порядке появления, когда головка перемещается от текущего положения по направлению к внутренней дорожке или внешней дорожке диска для записи данных, а устройство распределения блоков данных выполнено с возможностью определения положения блоков данных на диске для записи данных, дополнительно к сдвигу, на основании интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного и того же блока данных так, чтобы время ожидания, обусловленное вращением диска для записи данных $T_d(L)$, заданное нижеследующим уравнением, было всегда больше времени поиска $T_s(L)$, и разность между временем $T_d(L)$ и временем $T_s(L)$ стала малой по сравнению с периодом вращения диска для записи данных, где

$$T_d(L) = (L \cdot V_c \cdot \theta_s + \theta_g) / \omega,$$

где L - расстояние поиска, выраженное через количество цилиндров;

V_c - количество блоков данных в одном цилиндре;

θs - сдвиг, измеряемый в радианах;
 θg - интервал, измеряемый в радианах;
 ω - скорость вращения диска для записи данных, рад/с.

32. Устройство по п.25, отличающееся тем, что диск для записи данных разделен на первые области для использования при перемещении головки от внутренней дорожки к внешней дорожке и вторые области для использования при перемещении головки от внешней дорожки к внутренней дорожке, устройство распределения блоков выполнено с возможностью определения положения блока данных на диске для записи данных на основании оптимального сдвига и на основании интервала, указывающего угловую разность между началом и окончанием одного

и того же блока данных, в соответствующих областях с учетом направления перемещения головки, а средство планирования выполнено с возможностью селективного обращения только к первым и вторым областям в соответствии с направлением перемещения головки.

33. Устройство по п.32, отличающееся тем, что первые области и вторые области на диске для записи данных разделяют диск на множество, состоящее, по меньшей мере, из двух частей, вдали радиального направления, причем первые области и вторые области определены так, что они распределены от крайней внутренней дорожки к крайней внешней дорожке на диске для записи данных.

5

10

15

20

25

30

35

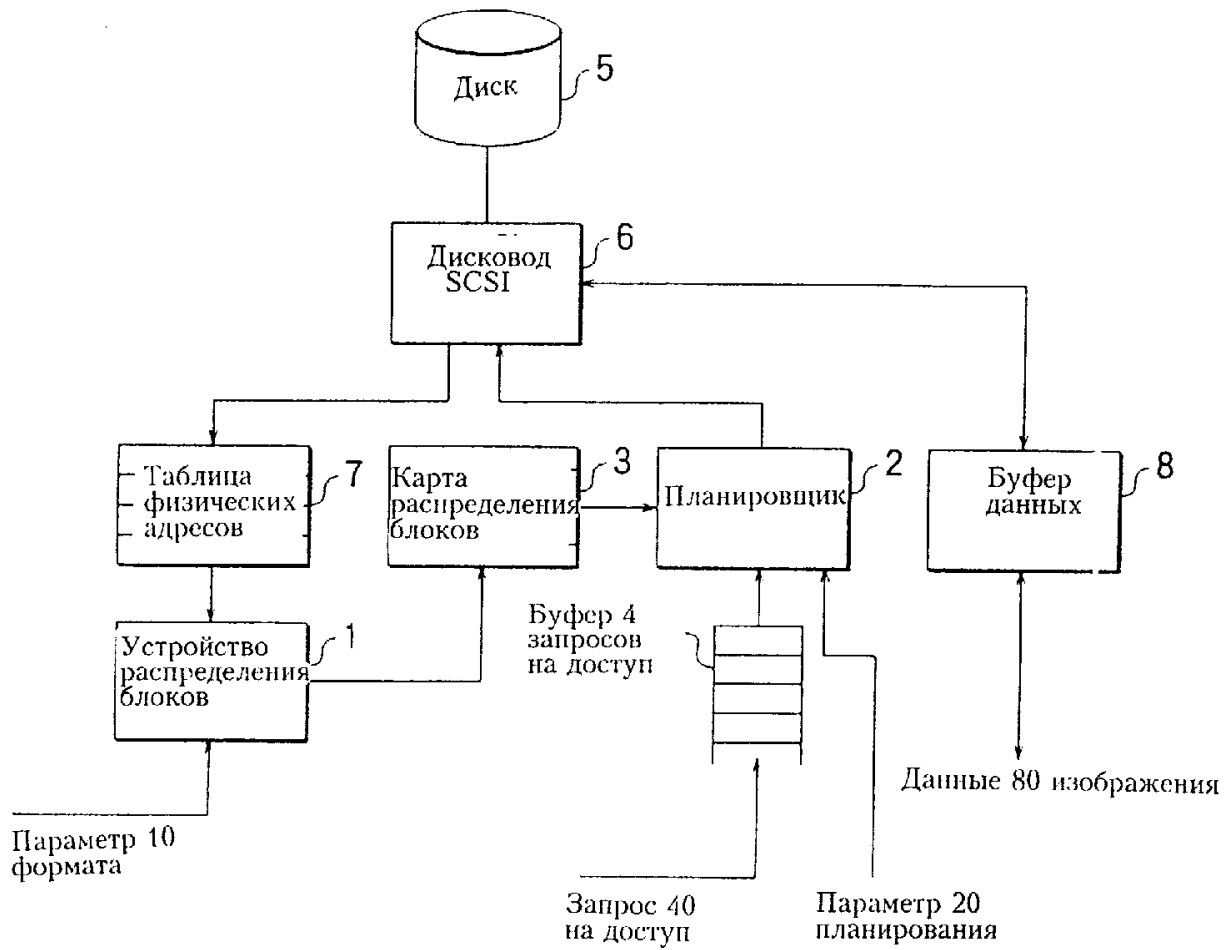
40

45

50

55

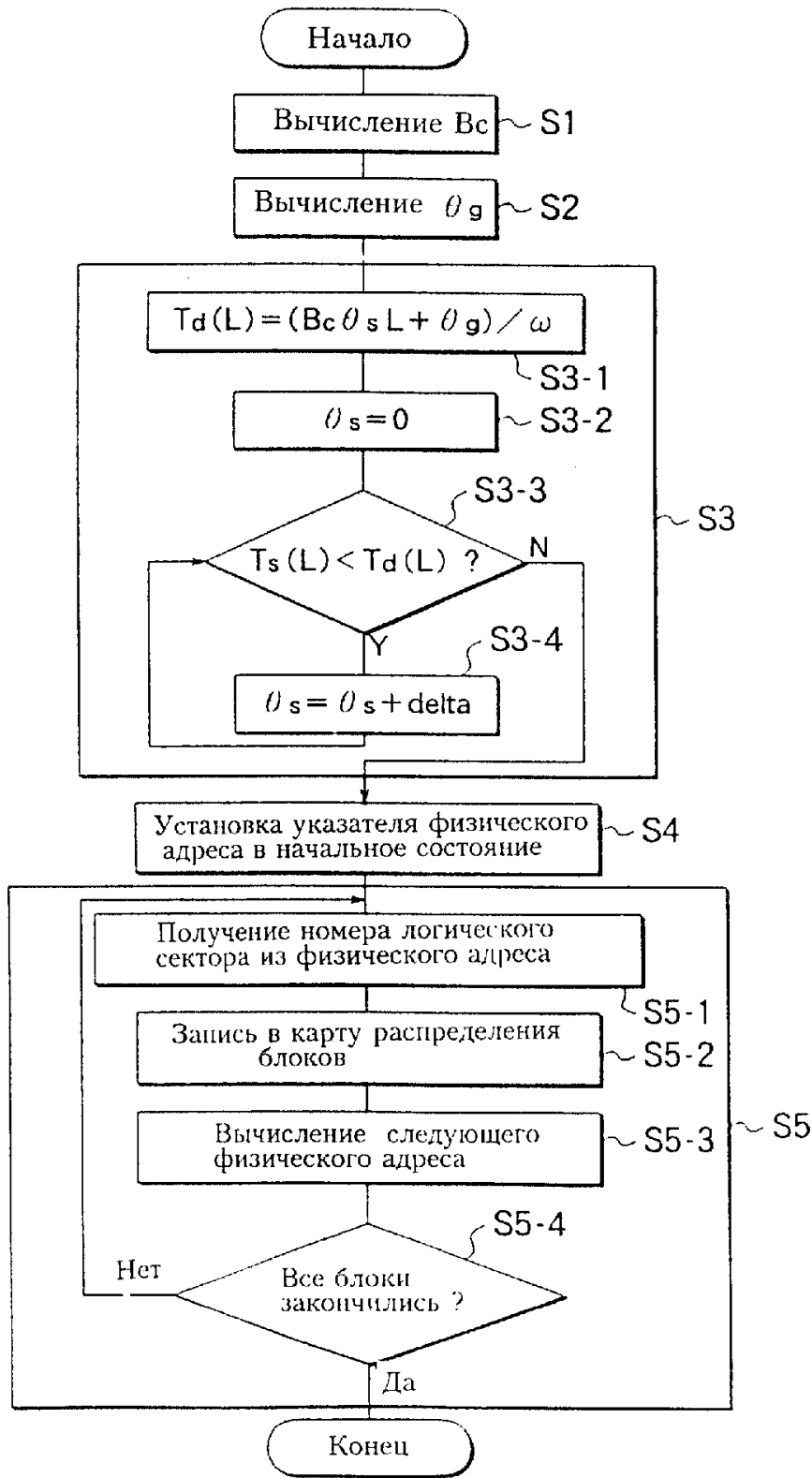
60



ФИГ. 2

RU 2154309 C2

RU 2154309 C2



ФИГ. 3

Начало

Перемещение головки диска
к цилиндру N 0

S11

Считывание и выборка
N запросов на доступ

S12-1

Получение физического адреса
N запросов на доступ

S12-2

S12

Переупорядочение N запросов на
доступ в порядке, начиная с
наименьшего номера цилиндра

S12-3

Передача запросов

S12-4

Ожидание окончания передачи

S12-5

Нет

Передача всех
запросов
закончена ?

S12-6

Да

Регистрация окончания

S12-7

Нет

В буфере
запросов на доступ нет
запросов ?

S12-8

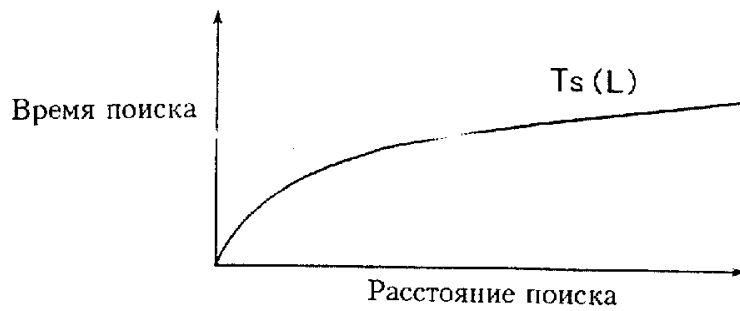
Да

Конец

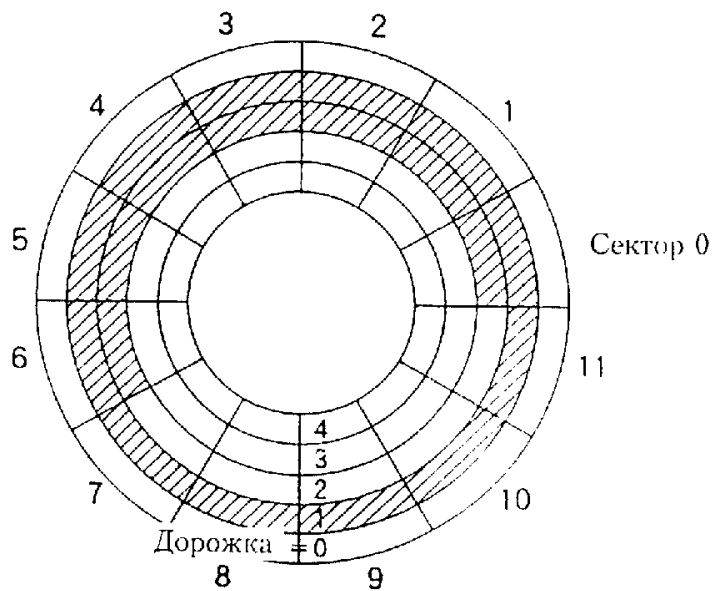
ФИГ. 4

RU 2154309 C2

RU 2154309 C2



ФИГ. 5



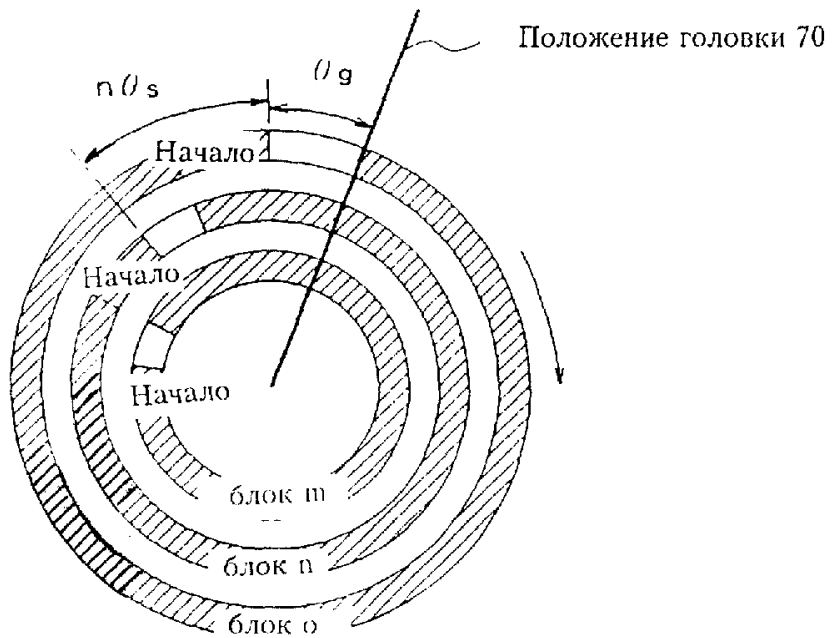
ФИГ. 6

№ блока	Начальный физический адрес (цил/среда/сек)	Начало SCSI логический сектор	Общее количество секторов
0	(1/0/0)	12	19
1	(2/0/8)	32	19
2	(4/0/4)	52	19
3	(6/0/0)	72	19
4	(7/0/8)	92	19
5	(9/0/4)	112	19

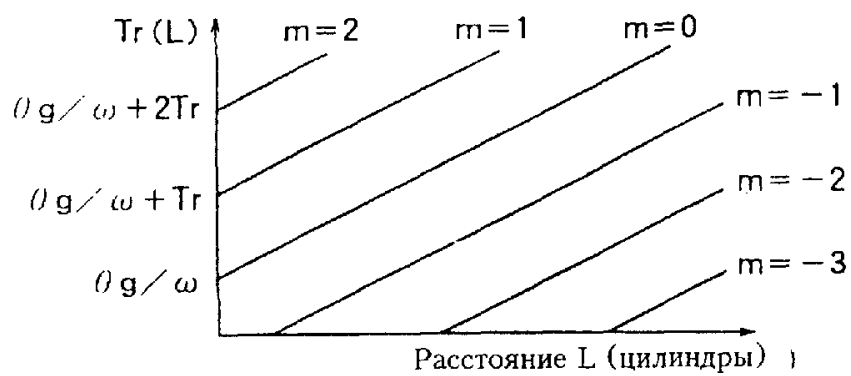
Фиг. 7

RU 2154309 C2

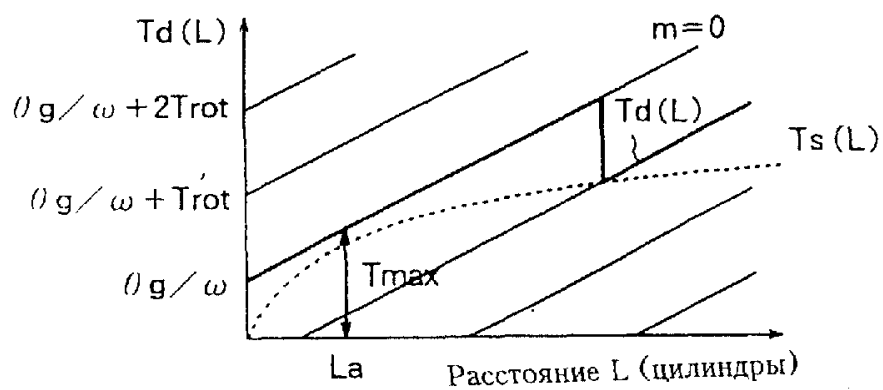
RU 2154309 C2



Фиг.8



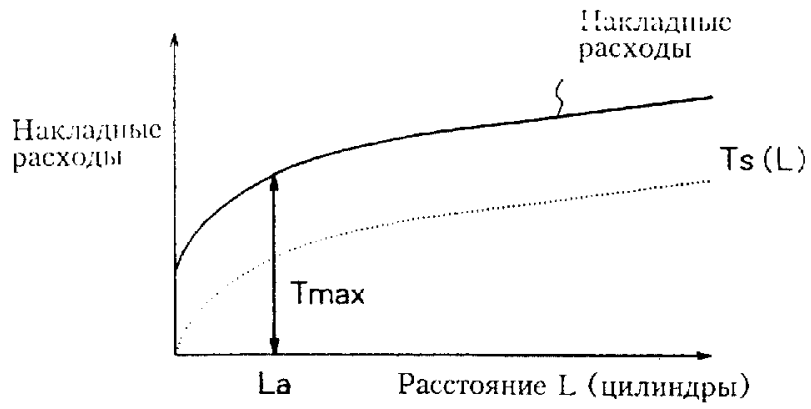
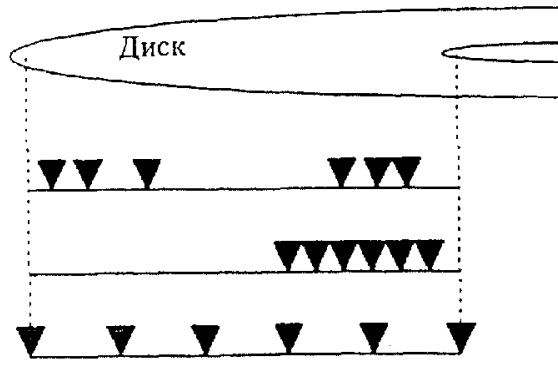
ФИГ. 9



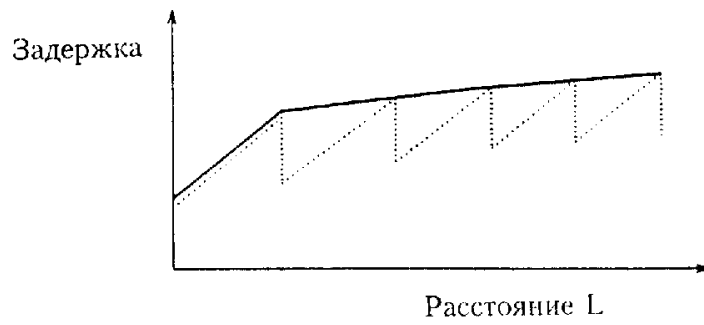
ФИГ. 10

RU 2154309 C2

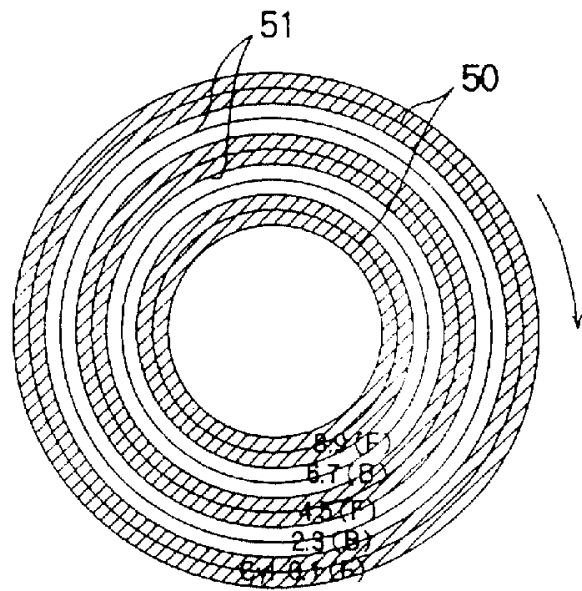
RU 2154309 C2



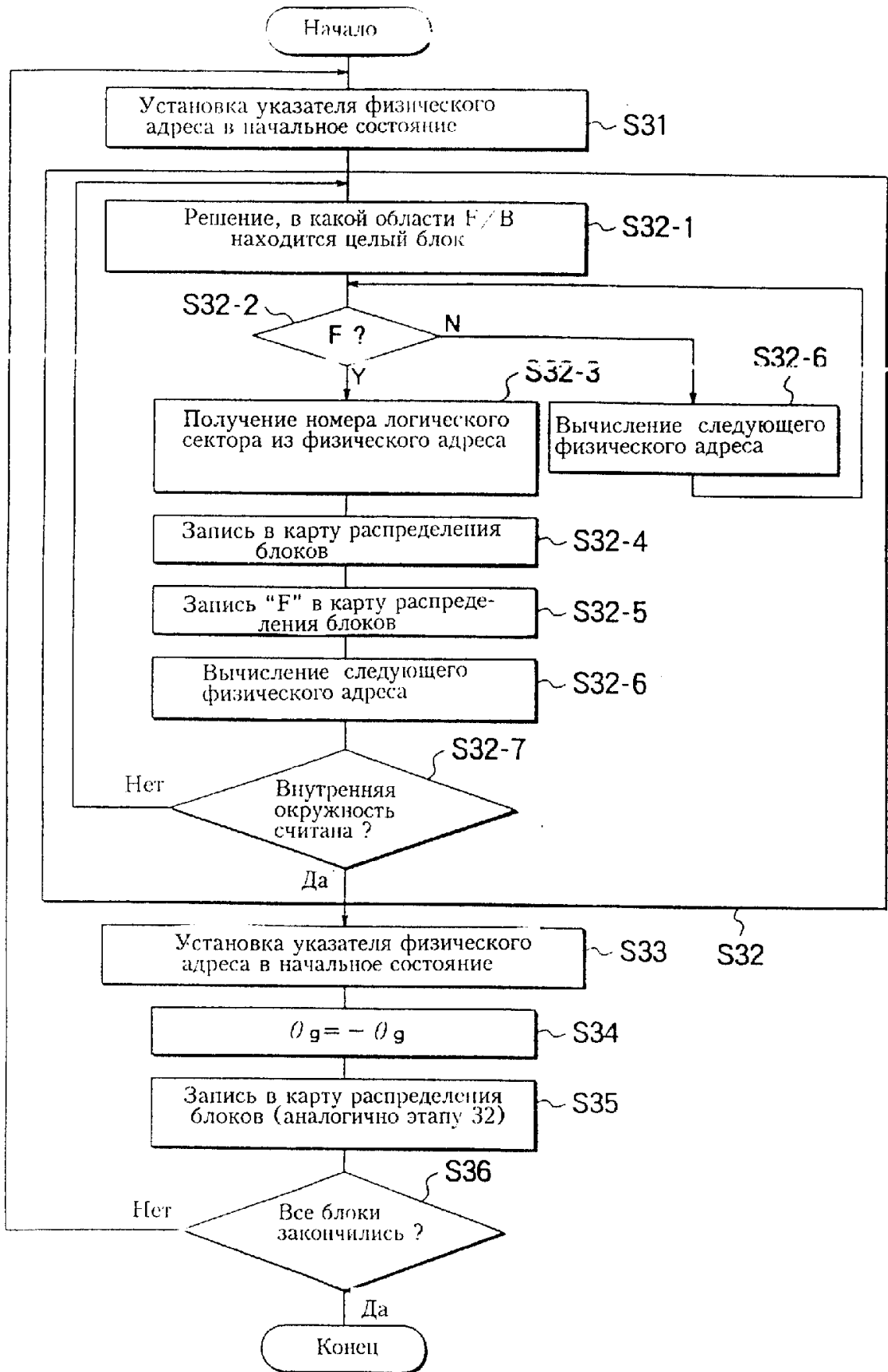
Фиг.12



Фиг.13



Фиг.14



Фиг.15

№ блока	Начальный физический адрес (цил/среда/сек)	Начало SCSI логический сектор	Общее количество секторов	F/B
0	(0/0/0)	0	40	F
1	(0/2/8)	40	40	F
2	(0/5/0)	80	40	F
3	(1/0/8)	120	40	F
4	(1/3/0)	160	40	F
5	(4/2/0)	480	40	F
6	(4/4/8)	520	40	F
5013	(2/0/0)	224	40	B
5014	(2/2/8)	264	40	B
5015	(2/5/0)	304	40	B
5016	(3/0/8)	344	40	B
5017	(3/3/0)	384	40	B

ФИГ. 16

RU 2 1 5 4 3 0 9 C 2

RU 2 1 5 4 3 0 9 C 2