

Магнитооптическая запись

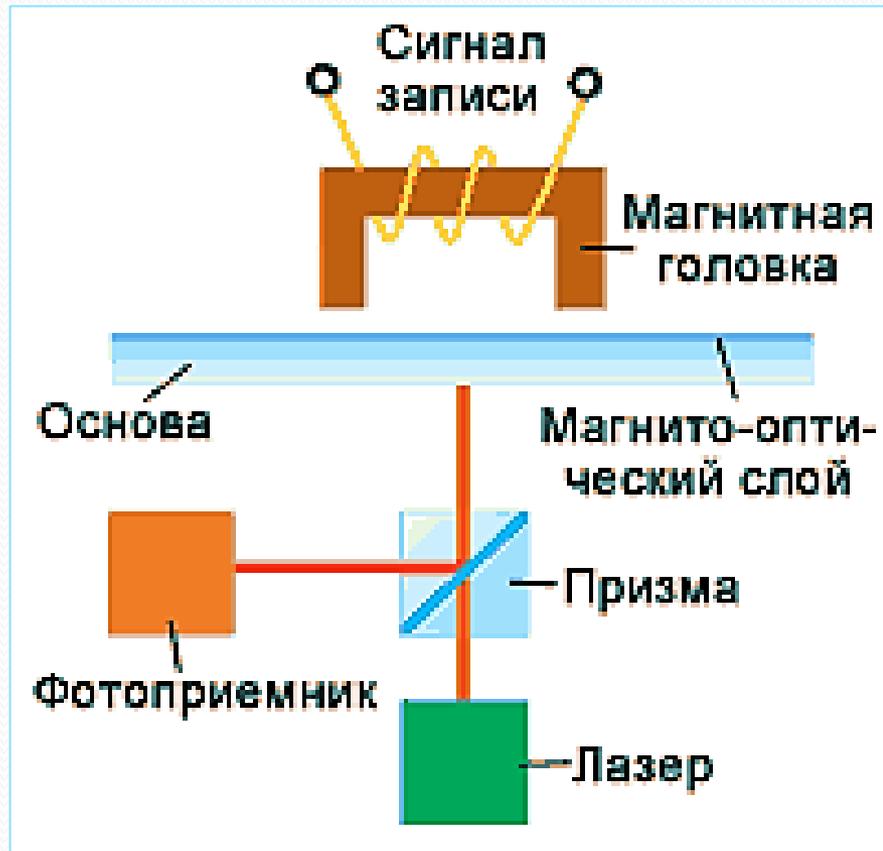
- В основе весьма перспективного направления реверсивной оптической записи лежит фазовый переход ферромагнетик — парамагнетик.
- Ферромагнетизм физика определяет как магнитоупорядоченное состояние вещества, при котором все носители магнетизма ориентированы преимущественно одинаково. Такое состояние упорядоченности возможно только ниже некоторой температуры T_k — точки Кюри.
- При температуре T_k и выше ферромагнетик переходит в парамагнитную фазу. Этот фазовый переход обусловлен тем, что ниже точки Кюри ферромагнетики имеют некую спонтанную намагниченность и определенную магнито-кристаллическую структуру.

- При нагреве тепловое движение атомов усиливается, расшатывая магнитную упорядоченность среды. В результате в точке Кюри самопроизвольная магнитная упорядоченность, характерная для ферромагнетиков, исчезает. Утрачивается и магнитная память, т. е. способность замораживать и сохранять намагничивание, вызванное внешним магнитным полем после его исчезновения.
- При температурах, близких к точке Кюри, но ниже ее намагниченность насыщения ферромагнитного материала падает с ростом температуры, а магнитная восприимчивость возрастает до огромных значений обратнопропорционально разности между температурой Кюри и действующей температурой. Такая зависимость называется законом Кюри-Вейса.

- В данной температурной зоне даже очень слабые магнитные поля способны наводить остаточную намагниченность, которая быстро нарастет в процессе остывания среды. Этот эффект, который называется термомагнитным, неоднократно пытались использовать для магнитной видеозаписи.
- Практически все эксперименты проводили с магнитными лентами, рабочим слоем которых служила пленка диоксида хрома — и это не случайно.
- Среди известных в настоящее время претендентов на роль магнитных материалов для магнитофонных лент диоксид хрома имеет самую низкую точку Кюри — 121°C .

- В результате были разработаны, например, магнитофоны, в которых вместо магнитной головки использовали нечто подобное соленоиду, формирующему достаточно протяженное магнитное поле, а точечная запись обеспечивалась подогревом остро сфокусированным лучом лазера.
- Другое направление — термомагнитное копирование и тиражирование магнитных лент. В этом случае оригиналом служит лента с рабочим слоем на основе гамма-оксида железа (Тк этого вещества в несколько раз выше 121°C , запись исходного сигнала — зеркальная).
- Находящиеся в контакте оригинал и будущая копия проходят зону подогрева до температуры выше 121°C , а в процессе остывания в зоне точки Кюри магнитные поля оригинала фиксируются в рабочем слое копира.

Схема магнитооптической записи

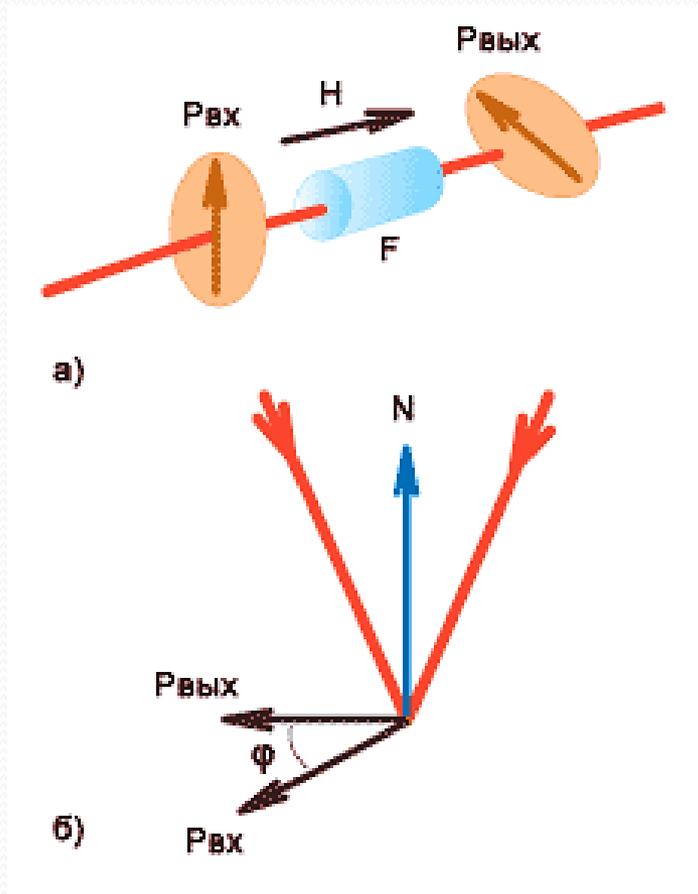


- Лазер в магнитооптических видеодисках в режиме записи выполняет одну функцию — локальный разогрев среды до температуры, немного превышающей точку Кюри.
- Информационное содержание записываемой сигналограммы определяет внешнее магнитное поле, достаточно слабое и протяженное, т. е. не сфокусированное в точке разогрева магнитооптического рабочего слоя.
- Силовые линии магнитного поля ориентированы ортогонально поверхности диска.
- В принципе можно использовать и широтный эффект, когда магнитное поле ориентировано вдоль поверхности диска.

- Температура в точке, нагретой лазерным излучением, быстро снижается и опускается ниже точки Кюри, ферромагнитная фаза восстанавливается.
- За счет гигантской магнитной восприимчивости вблизи точки Кюри в магнитном рабочем слое слабое и достаточно протяженное внешнее поле наводит остаточную намагниченность, ориентированную вдоль его силовых линий.
- Она сохраняется при дальнейшем остывании до комнатной температуры.
- В тех случаях, когда внешнее поле находится в нулевой фазе, остаточная намагниченность ферромагнитной среды будет спонтанной, т. е. хаотической со средним нулевым значением.

- Возможен и режим записи на предварительно намагниченный диск. В этом режиме магнитное поле при записи отсутствует.
- Сигналограмма записи формируется за счет модуляции света по току питания лазерного диода.
- Лазерный нагрев переводит предварительно намагниченный рабочий слой в парамагнитную фазу.
- В процессе остывания ферромагнитная фаза восстанавливается, спонтанная намагниченность при этом сохраняется.
- На тех участках рабочего слоя, которые не подвергались лазерному разогреву, предварительная намагниченность сохраняется.
- В магнитооптических устройствах можно использовать любой из названных режимов записи — с внешним магнитным полем или предварительного намагничивания.

Оптические схемы считывания



4а) — для эффекта Фарадея;
4б) — для эффекта Керра

- Считывание сигналаграммы обеспечивается магнитооптическими эффектами Керра или/и Фарадея. Оба эффекта сводятся к повороту вектора поляризации считывающего луча, прошедшего или отраженного от рабочего слоя.
- Оптические схемы считывания информации для эффектов Фарадея и Керра представлены на рис. 4.
- Основными элементами схемы считывания на основе эффекта Фарадея (см. рис.4а) являются: входной поляризатор $P_{\text{вх}}$, задающий направление линейной поляризации излучения лазера; фарадеевский элемент F ; выходной поляризатор $P_{\text{вых}}$; магнитное поле H . В нашем случае фарадеевский элемент — это считываемый пит, имеющий остаточную намагниченность.

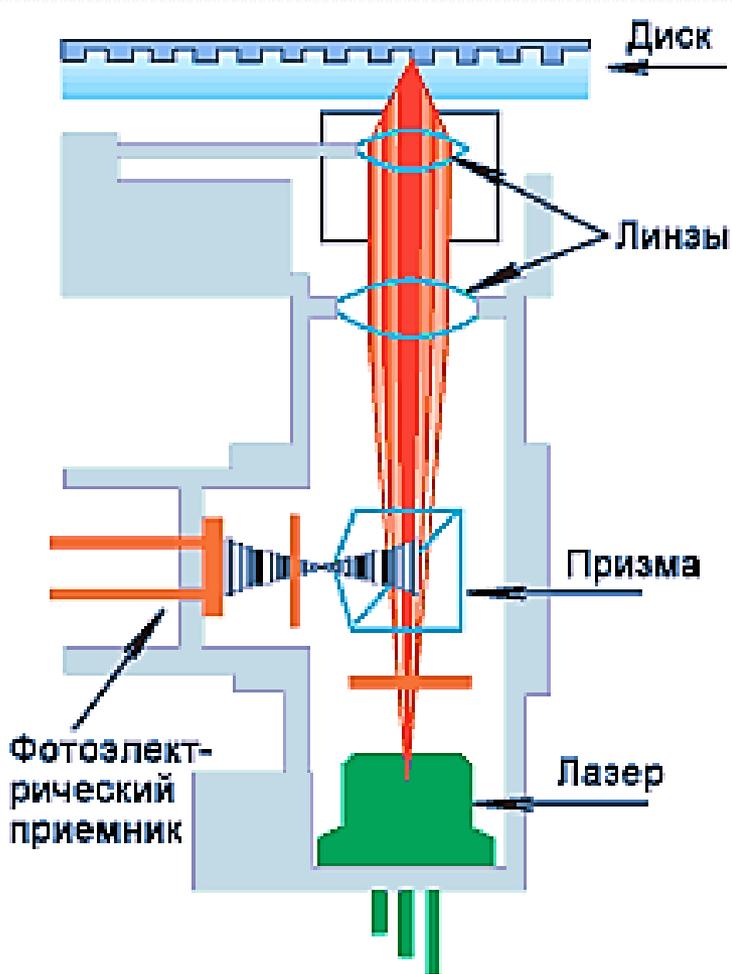
- Луч на выходе из фарадеевского элемента оказывается повернутым на некоторый угол $\phi = C \cdot H \cdot l$, где C — некая постоянная, H — напряженность поля остаточной намагниченности, l — длина пути света в элементе.
- Выходной поляризатор $P_{\text{вых}}$, интегрированный с входным, преобразует угол поворота вектора поляризации в изменение интенсивности света, которое пропорционально $\sin 2 \cdot \phi$ (ϕ — угол поворота).
- В отсутствие остаточной намагниченности, т. е. при $H = 0$, свет через систему не проходит.
- Это очень важная особенность системы скрещенных (ортогональных) поляризаторов.

- Недостатком фарадеевской схемы является то, что она может работать только на просвет.
- Иными словами, за фарадеевским элементом нельзя поставить зеркало и второй раз пропустить луч через элемент — эффект не удвоится, а станет нулевым.
- Дело в том, что при смене направления на обратное, изменяется и знак угла поворота вектора поляризации. Поэтому применение фарадеевской схемы считывание ограничивается специальными приложениями.

- Схема считывания на основе эффекта Керра поясняется на рис. 4б. Назначение входного и выходного скрещенных поляризаторов то же, что и на рис. 4а.
- Магнитное поле H может быть ориентировано и вдоль нормали N к отражающей поверхности, и вдоль отражающей поверхности.
- При отражении (за счет взаимодействия света и магнитного поля в тонком поверхностном слое материала) вектор поляризации поворачивается на угол ϕ . В остальном все происходит, как в схеме считывания на основе эффекта Фарадея.
- Рабочими материалами для магнитооптических дисков являются сложные по составу сплавы редкоземельных и переходных металлов.
- Основное требование — низкая температура Кюри, около 100°C .

- Оптическая головка — важный элемент привода видеодисков. Она должна обеспечивать все предусмотренные функции считывания и записи. Размеры, а главное масса головки должны быть по возможности минимальными. В интервале кадрового синхронизирующего импульса оптическая головка должна с запасом успевать пересекать зону записи от края до края.
- Упрощенная схема оптической головки представлена на рис. 5.

Схема оптической головки



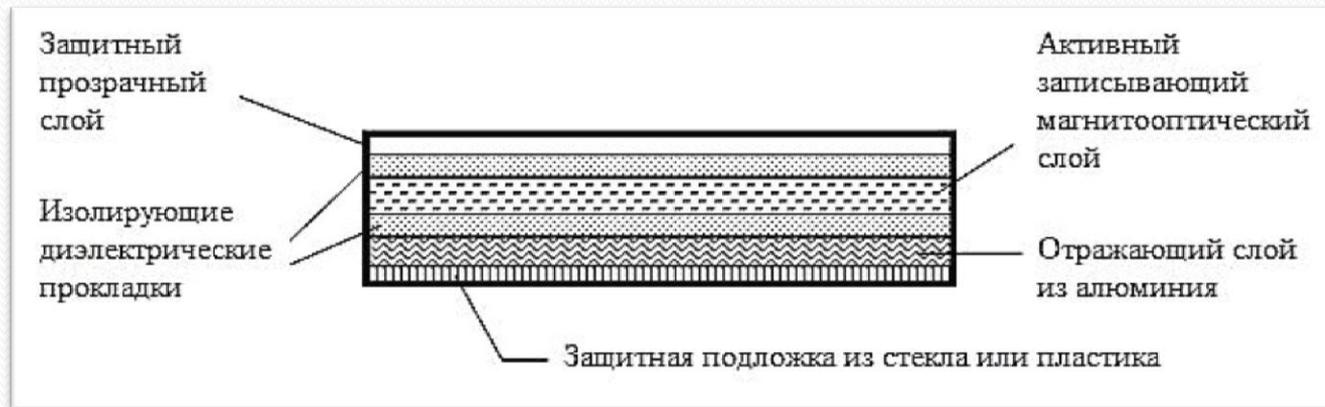
Элементами оптической головки являются поляризаторы, образующие скрещенную систему, которая отсекает постоянную составляющую светового потока от фотоприемника. Иначе вместе с относительно слабой переменной (информационной) составляющей на вход фотоприемника попадет намного более мощная постоянная составляющая. Поляризаторы не являются отдельными элементами оптической схемы, а в виде поляризующих пленок наклеиваются на грани делительной призмы. Одна — со стороны лазера (входной поляризатор), другая — со стороны фотоприемника (выходной).

Магнитооптические носители

- Магнитооптический диск изготавливается с использованием ферромагнетиков.
- Первые магнитооптические диски были размером с 5,25" дискету, потом появились диски размером 3,5".



Технические детали



- Запись на магнитооптический диск осуществляется по следующей технологии: излучение лазера разогревает участок дорожки выше температуры точки Кюри, после чего электромагнитный импульс изменяет намагниченность, создавая отпечатки, эквивалентные пиктам на оптических дисках.

Преимущества и недостатки

Преимущества

- Слабая подверженность механическим повреждениям
- Слабая подверженность магнитным полям
- Гарантированное качество записи
- Синхронный вывод
- MO-диски допускают до 10 млн циклов стирания-записи,
- скорость вращения составляет 3 000—3 600 об/мин, что обеспечивает много большую скорость передачи данных, скорость записи практически равна скорости чтения и достигает нескольких мегабайт в секунду,
- MO-носитель полностью размещён внутри защитного пластикового корпуса, что обеспечивает его лучшую сохранность,
- существуют приводы MO с различными интерфейсами: IDE, LPT, USB, SCSI.

Преимущества и недостатки

Недостатки

- Относительно низкая скорость записи, вызванная необходимостью перед записью стирать содержимое диска, а после записи — проверкой на чтение. Данный недостаток начал устраняться в поздних (начиная с 1997 года) моделях приводов.
- Высокое энергопотребление. Для разогрева поверхности требуются лазеры значительной мощности, а следовательно и высокого энергопотребления. Это затрудняет использование пишущих МО приводов в мобильных устройствах.
- Высокая цена как самих дисков, так и накопителей.
- Малая распространённость.
- Не было создано единого стандарта на устройства и носители, что в целом обусловило практическую невозможность повсеместного применения.

Стандарты MO-дисков

Принятые в ISO, IEC или ECMA:

- 130 мм диски
- ISO/IEC DIS-10089A (650 МБ)
- ISO/IEC DIS-13549, ECMA184 (1.3 ГБ)
- ISO/IEC DIS-13842, ECMA195 (2.0 ГБ)
- ISO/IEC DIS-14517 (2.6 ГБ)
- 90 мм диски
- ISO/IEC 10090, ECMA154 (~128 МБ)
- ISO/IEC 13963, ECMA201 (230 МБ)
- ISO/IEC 15041 (640 МБ)

Другие стандарты:

- CD-MO (Compact disks Orange Book part1)
- Sony MiniDisc
- Sony Hi-MD

Технология в наше время и перспективы развития

- МО-диски уступают обычным жестким магнитным дискам лишь по времени доступа к данным.
- Предельное достигнутое МО-дисками время доступа составляет 19 мс.
- Магнитооптический принцип записи требует предварительного стирания данных перед записью, и соответственно, дополнительного оборота МО-диска.

Технология в наше время и перспективы развития

- Сегодня на рынке MO-дисков предлагается более 150 моделей различных фирм. Одно из лидирующих положений на этом рынке занимает компания Pinnacle Micro Inc.
- Для примера, ее дисковод Sierra 1.3 Гбайт обеспечивает среднее время доступа 19 мс и среднее время наработки на отказ 80000 часов. Для серверов локальных сетей и рабочих станций компания Pinnacle Micro предлагает целый спектр многодисковых систем емкостью 20, 40, 120, 186 Гбайт и даже 4 Тбайт.

Вопросы:

1) Когда впервые появились магнитооптические диски?

А) 1980-е годы

Б) 1990-е годы

В) 2000-е годы

Г) 2010-е годы

2) Каковы размеры магнитооптических дисков?

А) 1 дюйм

Б) 3.5 дюйма

В) 45 см

Г) 1.5 м

Вопросы:

3) Для чего используется лазер при записи информации на магнитооптический диск?

А) Разогревает поверхность

Б) Изменяет намагниченность участка диска

В) Проходит сквозь оптическую систему и попадает на датчик

Г) Раскручивает диск

4) Какова максимальная емкость многодисковой системы из магнитооптических дисков?

А) 1 Гб

Б) 100 Тб

В) 45 Мб

Г) 4 Тб