

Сергей Асмаков

# Голографическая запись: терабайт на одном носителе

**Многие специалисты в области оптических устройств хранения данных предполагают, что после следующего поколения DVD на сцену выйдет голографическая технология. Уже на нынешнем этапе своего развития эта технология позволяет записывать на одностороннем диске диаметром 120 мм около одного терабайта информации.**

С момента появления первого компакт-диска процесс эволюции носителей, использующих оптические диски, шел по пути количественного роста: изменялись физические параметры носителей (такие, как ширина дорожки, минимальная и максимальная питов и т.п.) и длина волны лазера считывающего узла привода. При этом сам принцип записи последовательности питов на плоской спиральной дорожке оставался неизменным. Вполне понятно, что рано или поздно будет достигнут физический предел данной технологии, и многие эксперты полагают, что этот рубеж уже не за горами. Согласно ряду прогнозов, после достижения емкости в 60-80 Гбайт на один слой стандартного 120-миллиметрового диска дальнейший рост объема подобных носителей в силу ряда объективных

причин станет весьма проблематичным — и тогда на сцену выйдет принципиально иная технология. Вполне возможно, что ею станет голографическая запись.

Наиболее существенным отличием голографических дисков от CD, DVD и других подобных оптических носителей является использование объемной записи по всей толщине записывающего слоя. Если запись на рабочем слое CD- и DVD-носителей производится последовательно, бит за битом, в одном измерении, то голографическая технология позволяет использовать все три измерения рабочего слоя носителя и осуществлять параллельное считывание или запись массива битов (подробнее о принципе работы голографической записи рассказано во врезке). Благодаря этому даже первые образцы голографических носителей значительно превосходят оптические диски традиционной конструкции по емкости, а также по скорости обмена данными, причем без изменения линейной скорости вращения диска. Кроме того, в дальнейшем имеется возможность значительно увеличить значения этих параметров за счет применения мультиплексирования.

Хотя сам принцип голографической записи открыт уже довольно давно, практическая реализация устройств на базе этой технологии ранее была невозможна из-за отсутствия необходимых компонентов и, что даже более существенно, из-за отсутствия светочувствительных материалов, удовлетворяющих жестким требованиям голографической технологии. Однако в настоящее время большинство проблем уже можно решить, используя компоненты, разработанные для других систем. Так, широкое распространение накопителей на оптических дисках способствовало налаживанию производства недорогих и надежных полупроводниковых лазеров,

которые хорошо подходят для использования в голографических устройствах в качестве источника света. Микрозеркальные матрицы (DMD), разработка и производство которых стимулируются ростом популярности ультрапортативных мультимедиа-проекторов, являются практически идеальными модуляторами: имея разрешение более 1 млн. пикселей, они обеспечивают быстродействием порядка 2000 кадров в секунду. А появившиеся благодаря развитию цифровых фотокамер КМОП-сенсоры могут быть использованы в качестве детекторов для считывания данных. Пожалуй, наиболее острой для разработчиков решений на базе голографической технологии в настоящее время является проблема материала, подходящего для изготовления записывающего слоя. Это вещество должно обладать широким динамическим диапазоном, высокой светочувствительностью и высокой оптической прозрачностью, а также химической и температурной стабильностью.

На данный момент наиболее заметных успехов в разработке прикладных решений на базе голографической записи удалось добиться американской компании InPhase Technologies (<http://www.inphase-technologies.com/>). Специалисты InPhase открыли несколько методов мультиплексирования, которые можно использовать в голографических устройствах хранения данных. Исследования ведутся и в области поиска оптимального материала для изготовления записывающего слоя. Сотрудникам исследовательского отдела компании удалось синтезировать новый тип фотополимера, удовлетворяющий всем необходимым требованиям. Плотность записи, достигнутая при использовании первых образцов данного материала, составила 31,5 Гбит на кв.дюйм. Путем совершенствования химического состава фотополимера и модификации оптической системы опытной установки было достигнуто значение 100 Гбит на кв.дюйм, и, как заявляют представители компании, это еще не предел.

На выставке американской Национальной ассоциации теле- и радиовещательных компаний (National Association of Broadcasters, NAB), проходившей в Лас-Вегасе с 8 по 10 апреля, InPhase Technologies продемонстрировала первый в мире рабочий прототип оптического привода, построенного на базе голографической технологии. Разработанная компанией система Tapestry позволяет записывать до 100 Гбайт цифрового видеосигнала на один WORM-диск. Поставки первых партий этих накопителей, ориентированных на использование в профессиональных видеосистемах, должны начаться в

конце 2003 года, а массовые продажи ожидаются не ранее 2004-го. В перспективе InPhase планирует увеличить емкость подобных дисков до нескольких терабайт. Помимо InPhase Technologies интенсивные разработки в области голографической записи ведет японская компания Optware (<http://www.optware.co.jp/>), основанная в 1999 году двумя бывшими сотрудниками Sony (стоит отметить, что в активе этих специалистов имеется множество изобретений именно в области оптических устройств хранения данных). С целью уменьшения размеров узлов привода разработчики Optware создали оптическую систему с соосными лучами (опорным и информационным), поляризованными во взаимно перпендикулярных плоскостях. Такое решение позволило использовать сервосистему, по своей конструкции не отличающуюся от аналогичных узлов современных оптических накопителей.

Согласно предварительной информации, в качестве источника света в приводах Optware будут использоваться полупроводниковые лазеры зеленого диапазона; кроме того, для совместимости с CD- и DVD-носителями в приводе будет устанавливаться и красный лазер. Что касается физической структуры носителей, то она включает три слоя: на стеклянную подложку толщиной 0,5 мм наносится записывающий 0,2-мм слой, а завершает конструкцию прозрачный за-



Образцы голографических носителей, изготовленные компанией InPhase Technologies

щитный слой толщиной 0,5 мм с отражающим покрытием.

На проходившей с 16 по 18 июля прошлого года выставке InterOpto'02 специалисты компании Optware продемонстрировали прототипы накопителя и носителя, использующих голографическую запись. Представленный образец голографического диска имеет емкость 200 Гбайт и позволяет производить чтение и запись данных со скоростью до 130 Мбит/с.

Что касается перспективы внедрения голографической технологии в серийно выпускаемые изделия, то сделать более-менее точный прогноз пока очень сложно. Вполне очевидно, что первые модели голографических накопителей, которые появятся на рынке через два-три года, скорее всего, не смогут стать массовыми продуктами. И дело тут даже не в цене (которая, как и у любых принципиально новых изделий, будет на первых порах весьма высокой), а в отсутствии реальной потребности в эксплуатации столь емких накопителей у большей части пользователей. Поэтому наиболее вероятно, что на первой стадии своего развития голографические носители займут лишь небольшую нишу рынка, охватывающую такие сферы, как профессиональное кино- и видеопроизводство и корпоративные хранилища данных.

## Голографическая запись: как это работает

В процессе записи свет, излучаемый когерентным источником (лазером), разделяется на два луча: сигнальный (то есть несущий информацию) и опорный.

Сигнальный луч пропускается через модулятор, формирующий отдельные кадры (страницы) записи. Каждый из пикселей модулятора соответствует одному биту текущей страницы и может принимать два устойчивых состояния (пропускать свет или не пропускать). Таким образом, в каждый момент времени информационный луч, прошедший через модулятор, проецирует некий точечный рисунок, соответствующий текущей странице потока данных. Модулированный информационный луч пересекается под некоторым углом с опорным, а возникающие в результате интерференции этих лучей картины проецируются на слой светочувствительного материала и фиксируются в нем.

При считывании опорный луч проецируется сквозь слой носителя на специальный детектор. Зафиксированные в записывающем слое носителя интерференционные картины вызывают изменения показателя преломления записыва-



ющего материала, а прошедший через записывающий слой носителя опорный луч проецирует на детектор восстановленные изображения записанных страниц.

Поскольку запись и чтение в голографических приводах осуществляются параллельно (то есть одновременно записывается или считывается массив битов), данная технология позволяет достичь весьма впечатляющей скорости передачи данных — от десятков до сотен мегабайт в секунду.

Изменяя угол падения луча или длину волны источника света, можно записать несколько различных информационных страниц на одном и том же участке светочувствительного материала (для их считывания необходимо воспроизвести те же параметры опорного луча, которые были использованы при записи), что дает возможность использовать мультиплексирование потоков записываемых данных. Мультиплексирование позволяет значительно увеличить удельную плотность записи, а следовательно, и максимальную емкость носителя.

high end  
принтеры и копии.  
Золотой век полиграфии

**COMPUTER GRAPHICS**  
тел.: (095) 937.3249  
[www.compus.ru](http://www.compus.ru)

**XEROX**

Phaser 7700	Phaser 3310
Phaser 8200	Phaser 4400
Phaser 6200	Phaser 5400