

Технологии голографического хранения и обработки информации в системах с большой вычислительной мощностью

Барашко Елена Николаевна, старший преподаватель
Музыченко Анна Николаевна, студентка
Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

DOI: 10.5281/zenodo.3888057

Быстрое развитие вычислительной техники, вызванное внедрением цифровых информационных технологий в повседневную человеческую деятельность, требует обработки и хранения больших объемов информации, что обуславливает поиск новых технических решений в плане совершенствования возможностей не только процессоров, но и других компьютерных компонентов, в частности систем хранения данных. Параметры современных устройств памяти отражают это направление.

В свое время распространенные накопители CD-ROM позволяли хранить до 700 мегабайтов информации, накопители DVD-ROM – до 17 гигабайтов. Устройства, основанные на флеш-памяти, уже сейчас устремлены к обеспечению возможности хранения до 15 терабайтов информации. Технология магнитной записи тоже развивается очень быстро, и к 2026 году объем таких накопителей может возрасти до 50 терабайтов. Однако в перспективе компьютерным системам придется сталкиваться с обработкой сотен терабайтов и даже зеттабайтов информации, что существенно превышает объем жестких дисков и требует увеличения не только объемов данных, но и скорости их обработки. Это делает актуальным проведение исследований, направленных на возможность и перспективность использования в подобных системах *технологии голографической памяти*.

Голография как подвид оптической памяти позволяет одновременно обеспечить очень высокую плотность записи и максимальную скорость доступа к данным. Это достигается за счет кодировки голографического образа в один большой блок данных, записываемый и извлекаемый с светочувствительного материала (ниобат лития, LiNbO₃) с помощью лазера всего за одно обращение.

Особенностью устройства является то, что один и

Таблица 1. Сравнение основных технических характеристик технологий голографического хранения и обработки информации с технологиями магнитной памяти HDD

Память	Голографическая	Магнитная
Объем памяти на см ³	10 Тб/см ³	0,2 Тб/см ³
Скорость записи/чтения	За один такт компьютера	6 Гбит/с
Параллельное сохранение и считывание информации	Обеспечивается	Не обеспечивается полностью
Скорость произвольного доступа	Высокая	Невысокая
Вероятность сбоя	Высокая	Невысокая
Потребляемая мощность	Низкая	Высокая
Чувствительность к внешним воздействиям	Высокая	Высокая
Стоимость создания	Высокая	Низкая

Сравним технологии голографического хранения и обработки информации и обработки информации с технологиями магнитной памяти HDD с помощью

тот же участок регистрирующего материала может содержать несколько наложенных, не влияющих друг на друга голограмм, зависящих только от угла падения опорного луча, что в случае его совпадения при записи и считывании голограммы позволяет выделить нужную информацию.

Рассмотрим основные проблемы, стоящие перед разработчиками данных устройств:

- поиск подходящего материала для носителя;
- сложность используемой системы.

Исследования, проведенные в части поиска подходящего материала, проводились с использованием фото-реактивных материалов (ниобата лития) и фотополимерных материалов, представляющих собой вещества, в которых под действием света происходят необратимые изменения, проявляющиеся во флуктуациях состава и плотности. Последние характеризуются более продолжительным жизненным циклом, устойчивостью к воздействию температур и улучшенными оптическими характеристиками.

Исследования, проведенные в части выбора оптической системы, сводились к поиску лазеров, обладающих достаточной мощностью и дающих пучок с низкой расходимостью. В качестве такового был выбран недорогой твердотельный лазер, созданный на основе микроэлектромеханической технологии (MEM – Micro-Electrical Mechanical).

Для анализа эффективности применения технологий голографического хранения и обработки информации в задачах, требующих большой вычислительной мощности произведем сравнение ее основных технических характеристик с таковыми же, присущими технологии магнитной памяти HDD. Результаты этого сравнения приведены в таблице 1.

определения отношения эффективности применения технологии к стоимости.

Параметры, приведённые в таблице 1, охарактеризованы по-разному. Сравнить все параметры по одному и тому же принципу затруднительно. Поэтому уравниваем значимость всех параметров, приведя их к цифровым значениям по пятибалльной шкале, где: 1 – неудовлетворительное значение параметра; 2 – низкое значение параметра; 3 – среднее значение параметра; 4 – приемлемое, но невысокое значение параметра; 5 – высокое значение параметра. Параметры стоимости будем оценивать, опираясь на реальное соотношение их характеристик, а остальные параметры будем оценивать, опираясь на их влияние

на эффективность работы устройств.

Обозначим через а и б соответственно устройства на базе технологий голографической памяти и магнитной памяти HDD. Значениями коэффициента i от 1 до 7 зададим соответственно такие параметры, как: объём памяти; скорости записи/чтения; параллельное сохранение и считывание информации; скорость произвольного доступа; вероятность сбоя; потребляемая мощность; чувствительность к внешним воздействиям; стоимость создания. Опираясь на эти обозначения, преобразуем таблицу 1.

Таблица 2. Сравнение технических характеристик технологий голографической памяти и магнитной памяти HDD

i		1	2	3	4	5	6	7	SUMM = $\sum_{i=1}^6 x_i$	SUMM/x ₇
x _i	a _i	5	5	5	3	3	2	5	23	4,6
	b _i	1	1	1	2	4	2	3	11	3,(6)

Соотнося полученные результаты, получим, что устройства на базе технологий голографического хранения и обработки информации превосходят устройства на базе магнитной памяти приблизительно в $\frac{4,6}{3,6} \approx 1,28$ раз. Такой результат объясняется большой стоимостью создания устройств памяти нового вида.

При снижении a_7 до четырёх новые устройства памяти будут превосходить устройства HDD в $\frac{23}{3,6} = \frac{5,75}{3,(6)} \approx 1,57$ раз (больше, чем в полтора раза). А если стоимость устройств сравнивается, то превосходство новых устройств будет увеличено до $\frac{23}{11} = 2,(09)$ раз (больше, чем до двух раз).

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

1. В настоящее время технология магнитной памяти HDD уступает технологии голографического хранения информации в отношении эффективности применения к стоимости примерно в 1,28 раз.

2. После исключения из стоимости затрат на завершение разработки (уменьшению a_7 до четырёх и менее) рассматриваемая технология становится более эффективной.

3. Областью применения этой технологии являются информационные системы, требующие обработки и хранения больших объемов данных.

4. Устройства на базе технологий голографического хранения и обработки информации перспективны.

Литература:

1. <http://whatis.ru/hard/mem2.shtml>
2. <https://habr.com/ru/company/ua-hosting/blog/391779/>
3. <https://rossaprimavera.ru/news/7e4d801b>
4. <https://siblec.ru/telekommunikatsii/vvedenie-v-optoelektroniku/3-opticheskaya-obrabotka-informatsii/3-4-opticheskaya-pamyat>
5. <https://www.ixbt.com/mainboard/halo-molec-mem.shtml>
6. <https://3dnews.ru/929828>