

УДК 681.846.8

Лазерні системи запису та відтворення інформації

Бенфугал А.К., к.т.н., доц. Шмирьова Л.М.

Лазерні системи запису інформації на принципах голографії

У разі використання голографії підвищення щільності не пов'язане зі зменшенням площі, займаної кожним елементом пам'яті. Крім того, оскільки кожна ділянка голограми містить інформацію з усім об'єкті, при голографічному методі запису здійснюється своєрідне резервування елементів; надмірність, що виникає при неповному використанні ємності голограми, може бути використана для заміни будь-яких елементів що вийшли з ладу. Така заміна не вимагає ніяких перемикань і відбувається автоматично, що особливо важливо в практичних додатках.

Великою перевагою голографічного методу запису є також багатоканальність і можливість паралельного огляду всіх елементів пам'яті з метою пошуку частини інформації. Слід зазначити, що цей метод дозволяє реалізувати щільність запису інформації порядки 10^7 - 10^8 двійкових одиниць інформації на 1 см^2 носія і більш високі щільності при використанні об'ємних світлочутливих середовищ.

Розглянемо, яким чином можна створити пристрій на принципах

голографії. Такий пристрій ми будемо надалі заради стислості називати ЗПГ.

У сучасних обчислювальних машинах застосовується адресна система пам'яті, тобто все запом'ятовуючий пристрій (ЗП) розділене на осередки, кожна з яких має свій номер. При записі видається номер комірки і інформація, (яка повинна бути в неї записана (зазвичай це багатозарядне двійкове число). При зчитуванні інформації по заданому адресою з ЗП повинна бути видана комбінація сигналів, що представляє собою число, записане за цією адресою. Для орієнтації вкажемо, що число адрес оперативної пам'яті існуючих універсальних обчислювальних машин становить кілька тисяч, а число розрядів двійкових чисел, що зберігаються в осередках пам'яті, - кілька десятків.

Принцип створення ЗПГ з великим об'ємом записуваної інформації заснований на можливості запису великого числа голограм на одну і ту ж поверхню (або в один і той же обсяг) фотоматеріалу. Для того щоб зображення, що записуються у вигляді голограм, не накладалися один на одного, необхідно під час запису кожного з них міняти будь-яким чином форму опорної хвилі. Найбільш

простий спосіб - це зміна кута падіння опорної хвилі на світлочутливий шар. Промінь лазера ділиться на два: опорний і сигнальний. Опорний промінь, перш ніж потрапити на голограму, проходить через відхиляючу систему, яка встановлює напрям опорного променя відповідно до введеного в неї адресою. Для кожної адреси ЗУГ відповідає свій напрямок опорного променя. Сигнальний промінь в свою чергу, ділиться на N каналів відповідно до числа розрядів записуються чисел. У кожному з цих каналів є модулятор M працює в режимі вимикача. При наявності напруги, що управляє він пропускає промінь лазера, а при відсутності напруги він буде непрозорим (Рис. 1).

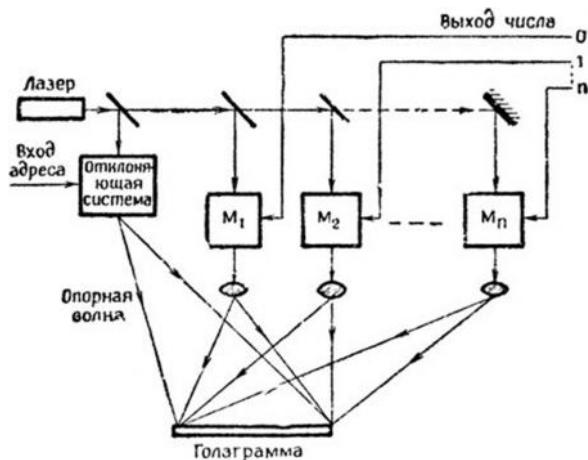


Рис.1.

При запису інформації в відхиляючу систему вводиться код адреси записується числа, в результаті чого встановлюється напрямок опорного променя. Одночасно на сигнальний вхід подається код записується числа, причому кожен розряд цього числа підводиться до свого модулятора. На виході модуляторів виникають комбінації n променів, які разом з

опорним променем записуються у вигляді голограми (при створенні постійного ЗПГ на адресний вхід подаються по черзі всі адреси, а на сигнальний - відповідні числа).

Аналоговий запис інформації

У ряді випадків виявляється важливим зберегти оригінальний вигляд інформації (у вигляді малюнків, текстів і т.д.). Більшість систем для такого запису побудовано за принципом фотокопії, схематично зображеного на рис.10.2. Оригінал зі штрих-(текст) або напівтоновим (малюнок) зображенням на прозорій основі 2 обертається на одному валу з формною пластинкою кліше 5. Як формного матеріалу використовується гладка алюмінієва фольга або алюмінієва тонка плівка з нанесеним на її поверхню лаковим шаром і полімерним антиадгезійним плівковим покриттям. Голівки, що зчитує 4, що складається з джерела світла 1, лінзи і фотоприймача 3 при переміщенні уздовж осі циліндра послідовно перетворює яркостну картину оригіналу в електричний сигнал, пропорційний яскравості зображення в даній його точці.

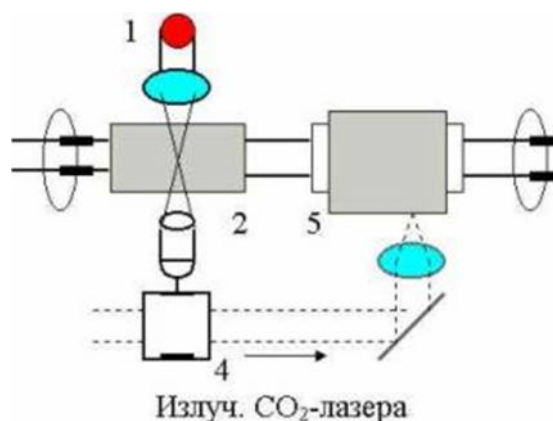


Рис. 2. Структурна схема установки для аналогового запису

інформації

Структурна схема установки для аналогового запису інформації (Рис. 2), що працює за принципом фотокопір: 1 - джерело світла; 2 - основа; 3 - фотоприймач; 4 - голівки, що зчитує; 5 – кліше

Посилений електричний сигнал керує електрооптичними властивостями затвором лазера (найчастіше це CO₂-лазер). Модульоване випромінювання лазера відповідно до зображення залишає слід на формній пластині у вигляді безперервної канавки або точок-лунок, розмір яких визначається кількістю минулого світла. Такий лазерний гравірувальний автомат забезпечує швидкість запису до 300 об / хв, при мінімальному розмірі штриха 0,1 мм. Якість отриманих малюнків порівняно з чорно-білою фотографією. Подальший розвиток способів аналогового запису, мабуть, спричинять за собою докорінну зміну в системах пам'яті.

Оптична запис

Оптична запис - це реєстрація даних гостро-сфокусованим променем лазера на світлочутливому носії. Результат впливу лазерного променя на носій, тобто вид сигналограмми, може бути різним, в переважній більшості випадків сигналограмма набуває вигляду послідовності деформованих і недеформованих ділянок доріжки на робочому шарі диска.

Лазер - основний інструмент оптичного запису, що генерує випромінювання. Він містить активну

речовину і систему збудження і управління випромінюванням. Для генерації випромінювання активна речовина лазера має бути порушена. При порушенні в активній речовині відбувається рекомбінація носіїв електричних зарядів, що супроводжується виділенням енергії. Остання виділяється у вигляді квантів світла - виникає вимушене випромінювання лазера. Воно має ряд особливостей в порівнянні з випромінюванням звичайних тел напруження: випромінювання лазера когерентно, тобто певним чином впорядковано, лінійно поляризоване і поширюється в одному або переважно в одному напрямку, а не на всі боки, як, наприклад, випромінювання поверхні розпеченого металу.

Оптичний диск — носій даних у вигляді пластикового чи алюмінієвого диска, призначеного для запису й відтворення звуку, зображення, буквенно-цифрової інформації тощо за допомогою лазерного променя. Щільність запису — понад 10⁸ біт/см.

Перші оптичні диски, що записували відео в аналоговому форматі (Laserdisc) були винайдені фірмою Philips у 1960-х і випущені на ринок в 1970-х в кооперації з фірмою MCA. Накопичений досвід дозволив приступити до випуску CD-ROM'ів на початку 1980-х (Philips та Sony).

Оптичний привод - пристрій, призначений для зчитування та запису інформації на оптичні носії (диски). Механічна частина приводу, керована його мікросхемою, забезпечує обертання в ньому диска і зчитування

з нього даних за допомогою лазера і системи лінз. В залежності від типів використовуваних носіїв, бувають приводи для зчитування/запису CD, DVD і Blu-Ray.

Зчитування здійснюється за допомогою лазера, який, відбиваючись від поверхні диска, що обертається, потрапляє на фотоелемент. Відображення з величезною швидкістю змінюється у відповідності зі структурою пітів і лендів доріжки, передаючи таким чином інформацію, зашифровану у ній. Потім це "тремтіння лазера" дешифрується згідно певного алгоритму.

Типи оптичних носіїв

Compact Disc (CD)

Першим оптичним носієм, розробленим ще в 1979 році, став компакт-диск (англ. Compact Disc, CD). Глибина пітів цього носія становить близько 100 нм, ширина - 500 нм. Мінімальна довжина піта CD - від 850 нм. Крок між доріжками спіралі - близько 1,5 мкм. У приводах для читання носіїв цього типу використовується червоний лазер з довжиною хвилі 780 нм, який фокусується на робочій поверхні в точку діаметром близько 1,2 мкм (для кращої уяви: товщина людської волосини становить близько 50 мкм або 50000 нм).

Спочатку CD створювався як носій звукової інформації (Audio CD). Трохи пізніше його почали використовувати для зберігання інших даних. Формат запису Audio CD і CD з даними відрізняється, тому звичайні

програвачі не можуть зчитувати інформацію з немюзичних компакт-дисків.

Перші диски були CD-ROM (Read Only Memory - тільки з можливістю читання) і виготовлялися за спеціальною технологією (можливість запису в домашніх умовах відсутня). Пізніше розробили носії, в яких піти являли собою не заглиблення, а ділянки модифікованої поверхні з високим світлопоглинанням, що виникають під спеціальним впливом лазера. Як і у випадку з заглибленими пітами, технологія забезпечувала потрібну зміну інтенсивності відображення лазера і зчитування даних, закодованих у доріжці. Завдяки цьому з'явилися диски типів CD-R і CD-RW (з можливістю запису і неодноразової перезапису користувачами відповідно).

DVD

DVD - носій, який з'явився дещо пізніше, має той же фізичний розмір і принципи роботи, що і CD, але використовує дуже щільну робочу поверхню. За рахунок більш "мініатюрної" структури доріжки і тоншого червоного лазера з довжиною хвилі всього 650 нм, DVD здатний зберігати в кілька разів більше даних.

Спочатку DVD розроблявся як альтернатива морально застарілим відеокасетами для зберігання відеоінформації і тому називався Digital Video Disc (цифровий відеодиск). Але носії цього виду чудово підійшли і для запису інших типів даних. Абревіатуру DVD при цьому почали трактувати як Digital

Versatile Disc - цифровий багатоцільовий диск. Але така розшифровка не є офіційною.

В залежності від виду даних, що зберігаються, DVD бувають наступних типів: DVD відео-, DVD-Audio (якість звуку значно вище, ніж на Audio-CD), DVD-Data, DVD змішаного типу.

Сучасні DVD можуть мати одну або дві робочі сторони. При цьому кожна зі сторін може містити один або навіть два робочих шари. Завдяки цій особливості, на DVD максимального обсягу можна записати до 18 ГБ інформації.

DVD і CD, бувають для одноразової запису, або ж можуть перезаписуватися багаторазово (R і RW). При цьому, в залежності від особливостей використовуваного матеріалу і технології запису, розрізняють DVD-R(RW), DVD+R(RW). У технічні подробиці не вдаватимуся. Скажу тільки, що DVD+R(RW) і приводи з їх підтримкою - кращий і безпроблемніший варіант. При записуванні таких носіїв виникає набагато менше помилок. Крім того, DVD+RW можна записувати поверх вже наявних на ньому даних. У випадку ж з DVD-RW попередньо потрібно провести повне очищення диска.

Blu-ray Disc (BD)

Blu-ray Disc (BD, англ. blue ray - синій промінь) - оптичний носій нового типу, що відрізняється ще більш високою щільністю робочої поверхні і забезпечує зберігання

великого обсягу даних, у тому числі і високоякісного відео високої чіткості. У назві Blu-ray буква "e" була пропущена навмисне, щоб мати можливість зареєструвати торговий знак.

Запис і зчитування BD проводиться за допомогою надтонкого синього лазера з дуже короткою хвилею (405 нм), завдяки чому ширина доріжки на диску звужена до 0,32 мкм, що вдвічі менше, ніж на DVD. Збільшився не тільки обсяг даних, що зберігаються, але і швидкість їх зчитування. У кілька разів тоншим став і захисний шар, але завдяки використанню нових матеріалів, Blu-ray Disc боїться подряпин не більше, ніж оптичні носії інших типів.

Сучасні технології дозволяють записувати на один BD кілька шарів, кожен з яких може містити 23,3 ГБ даних. Поширеними є диски з кількістю шарів до 4. Хоча, вже створено прототипи ємністю до 500 ГБ, що містять 15-20 шарів.

Blu-ray носії продовжують розвиватися і вдосконалюватися. Існують диски для одноразового і багаторазового записування. Розроблена технологія, що дозволяє наносити на один диск шари, призначені для запису DVD і Blu-Ray.

Голографічний багатоцільовий диск (Holographic Versatile Disc, HVD) — розроблювальна перспективна технологія виробництва оптичних дисків, що припускає значно збільшити обсяг збережених на диску даних у порівнянні з Blu-Ray і HD

DVD. Вона використовує технологію, відому як голографія, що використовує два лазери: один — червоний, а другий — зелений, зведені в один паралельний промінь. Зелений лазер читає дані, закодовані у вигляді сітки з ближчого до поверхні диска голографічного шару, у той час як червоний лазер використовується для читання допоміжних сигналів зі звичайного компакт-дискового шару в глибині диска. Допоміжна інформація використовується для відстеження позиції читання, на зразок системи CHS у звичайному жорсткому диску. На CD або DVD ця інформація впроваджена в дані.

Передбачувана інформаційна ємність цих дисків — до 3.9 терабайт (TB), що порівнювано з 6000 CD, 830 DVD або 160 одношаровими дисками Blu-ray; швидкість передачі даних — 1 Гбіт/сек. Optware збирався випустити 200GB диск на початку червня 2006 року і Maxell у вересні 2006 з ємністю

300GB. 28 червня 2007 року HVD стандарт був затверджений й опублікований.

Література

1. Авраменко Ю. Ф. Схемотехника проигрывателей компакт-дисков.- СП НИЦ "Наука и техника", 1999.- 128 с.
2. Колаич Н.И. Ремонт CD-проигрывателей: принципы работы, типичные неисправности. - М.: Радиотон 1998. - 224 с.
3. Николин В.А. Компакт-диски и CD-устройства. - С.П.: Лань,- 1997 - 110с.
4. Авраамко Ю.Ф. Схемотехніка Сд-проігравателі.- С.П.: "Наука і техніка", 2003.