

Лекция 8

Външни запомнящи устройства с магнитен носител

Основни показатели на външните запомнящи устройства са капацитета и времето за прехвърляне на определен обем информация в оперативната памет. Тези показатели са доста различни за различните видове външни устройства. В исторически план най-голям дял от устройствата за съхраняване на информацията се пада на магнитните носители. В последните години започна масовото използване и на други типове информационни носители.

1 Физически основи на магнитния запис на информация.

Първоначално магнитни носители са се използвали за запис на звук, като аналогова информация, а по-късно с развитието на компютърните технологии започват да се използват и за запис на цифрова информация. Цифровият магнитен запис се извършва на магниточувствителен материал. Към този тип материали се отнасят някои разновидности на железния окис, никел, кобалт, съединения на някои редки елементи с кобалт, магнитоласти микропрахови магнитни материали и други.

Магнитното покритие е много тънко (няколко микрона). Колкото по-тънко е това покритие, толкова по-качествен е магнитния запис. Покритието се нанася върху немагнитна основа, която за магнитни ленти и флопи дискове е определен тип пластмаса, а за твърди дискове е алуминий. Магнитното покритие има структура (домейна структура), определяща се от множество малки частици, намагнитващи се по определен начин.

Магнитният домейн (dominion - владение) е микроскопическа еднородно намагнитвана област във феромагнитния материал, отделен от съседните области с тънки преходни слоеве. Под въздействие на външно магнитно поле собствените магнитни полета в домейните се ориентират по определен начин в съответствие с направлението на магнитните силови линии. След преустановяване на действието на външното магнитно поле, на повърхността на магнитния носител се образуват зони с остатъчна намагнитеност. По този начин върху диска се запазва информация за действието на магнитното поле. Изменението на тока предизвикващ външното магнитно поле от специална записваща глава води до изменение на направлението на магнитните силови линии и от там до различно направление на остатъчната намагнитеност. Измененията в направлението на остатъчната намагнитеност между два съседни домейни може да се разглежда като запис на двоична единица (1), а отсъствието на такова изменение - като двоична нула (0).

Записът на информация върху магнитна повърхност на ленти и дискове използва един и същ способ. Повърхността се разглежда като непрекъсната последователност от точкови позиции (dot positions), всяка от които се асоциира с бит информация. Доколкото позициите на тези точки са неточно зададени, за записа на информация са необходими предварително нанесени отметки, които спомагат намирането на правилното местоположение на записите. За нанасянето на такива синхронизиращи отметки, дисковете трябва предварително да се формират (извършва се логическо разделяне на диска на писти и сектори).

Организацията на бърз достъп до информацията върху магнитните носители се явява ключова характеристика на устройствата. Магнитната лента е линеен носител (информацията е записана последователно от началото към края на лентата), затова бърз достъп до определена информация е невъзможен. Бърз достъп до различни области от повърхността на магнитните дискове се осигурява за сметка на въртенето на дисковете и преместването на четящите глави по радиуса на диска. Благодарение на голямата скорост на въртене на дисковете, достигането до определени зони от повърхността на диска се извършва бързо. Флопидисковете се въртят със скорост 300 - 600 об/мин, а твърдите дискови пакети - със скорост 3600 - 7200 об/мин.

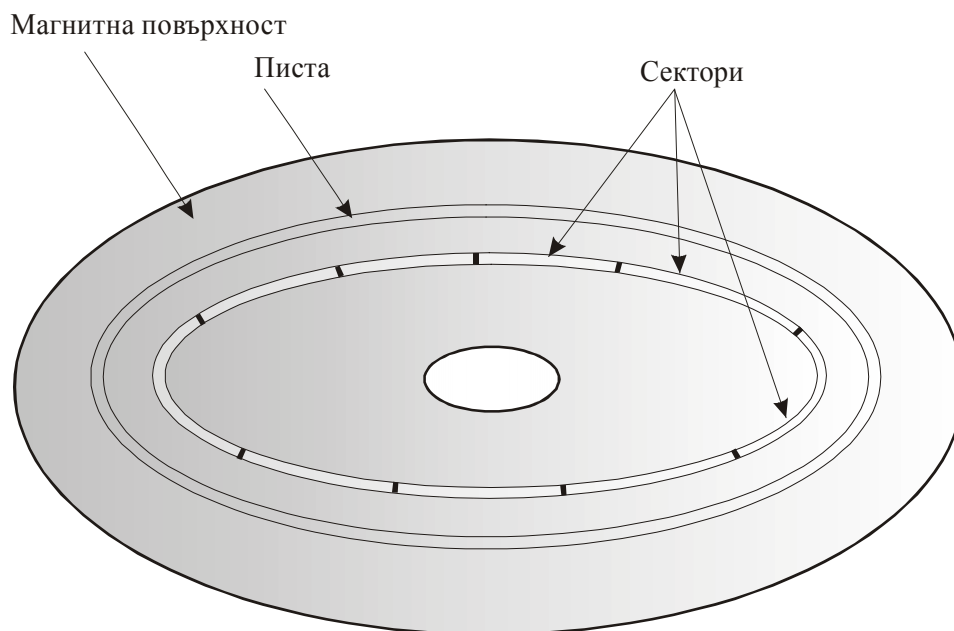
Магнитните дискове се наричат магнитни носители с пряк достъп, а магнитните ленти - носители с последователен достъп.

2 Организация на дисковата памет.

Повърхността на дисковете се разделя на концентрични кръгови ивици, които се наричат писти (фиг.4.1). Разделянето започва от външния край към центъра и броят на пистите зависи от типа на магнитния диск. Например, флопидисковете (3.5", 1.44 MB; 5.25", 1.2 MB) имат по 80 писти, а броят на пистите в твърдия диск са от няколко стотин до няколко хиляди. Пистите се идентифицират с определен номер, като най-външната писта е с номер 0.

Броят на пистите се определя от плътността на записа. Под плътност на записа се разбира обема информация която може да се запише на единица площ от магнитната повърхност. За магнитните дискове се определят две плътности на запис: радиална (напречна) и линейна (надлъжна) плътност. Напречната плътност се измерва с броя писти, които могат да се разположат върху пръстен от диска с ширина 1". Линейната плътност представлява количеството битове данни, които могат да се разположат върху писта с единична дължина. На флопидиск с размер 3.5" данните се записват с напречна плътност 135 писти на 1". При наличие на 80 писти върху флопидиска разстоянието между първата и последна писта е около 1.5 см. Това означава, че работната площ върху диска е доста малка.

От своя страна, пистите се разделят на участъци, които се наричат сектори (фиг. 5.1). Например, флопидисковете с размер 3.5" имат по 18 сектора на писта. Твърдите дискове имат различно количество сектори на писта, но стандартното количество е 17 сектора на писта.



Фиг. 5.1. Писти и сектори на магнитен диск

Размерът на секторите се изменя в диапазон от 128 до 1024 байта, но като стандарт е прието един сектор да съдържа 512 байта информация. Секторите се номерират, като се започва от нула. Секторът с нулево означение на всяка писта се резервира за запис на служебна информация за идентификация на записваната информация. По-късно (след DOS 4.0) е въведено и понятието клъстер. Клъстер е най-малкият участък от диска, който се адресира (идентифицира) от операционната система. Клъстерът се състои от един или няколко сектора (до 32). Тъй като клъстерът е най-малкото адресируемо пространство, то запис на дадена информация винаги заема цяло число клъстери. Ако например записвания файл е малък (по-

малък от един клъстер) то ще остане неоползотворено пространство от клъстера и то ще е толкова по-голямо, колкото по-голям е клъстерът. Трябва да се отбележи, че при твърдите дискове, клъстерите са доста по-големи от флопидисковете и загубата на памет от не запълване при тях е по-голяма.

Твърдите дискове обикновено представляват пакети от няколко диска. Всяка страна на диск от пакета се идентифицира с определен номер, като се започва с нулева страна. Информацията от всяка страна се чете от отделна четяща и записваща глава, затова вместо страните се номерират четящите глави.

Често при разглеждане на информацията при дисковите паметите се използва термина цилиндър. Под цилиндър се разбира съвкупността от всички писти намиращи се под четящите глави (пистите намиращи се на еднакво разстояние от края на дисковете).

3 Флопидискови запомнящи устройства

Флопидисковите запомнящи устройства се явяват основни външни носители на информацията в първите персонални компютри. Първоначално се използват 5.25” флопи дискове (дискети), а по-късно се въвеждат и 3.5” дискови устройства. Дискетите се състоят от две части: еластичен магнитен диск и защитен ‘калъф’. Магнитният диск е изработен от еластичен пластмасов материал, покрит със слой феромагнитен материал. Защитният ‘калъф’ има правоъгълна форма и е покрит от вътрешната си страна с антифрикционен материал (нетъкано платно). Той предпазва магнитната повърхност от механически повреди, фиксира диска в дисковото устройство и намалява биенето при въртене.

Преди запис на информация на флопидискови магнитни носители е необходимо логическо разделяне на дисковото пространство. Това се извършва посредством форматиране, като за целта се използва специална програмна процедура. Например, в DOS операционна система се използва програма Format, която се стартира от командния интерпретатор. Количеството байтове, които могат да бъдат записани в един сектор зависи от операционната система с която се форматира диска. За DOS операционна система един сектор съдържа 512 байта. Други операционни системи установяват други размери на секторите.

4. Харддискови запомнящи устройства (Hard disk - твърд диск)

Наименованието на тези устройства определя различието им от флопидисковите устройства. Магнитното покритие при твърдите дискове се нанася върху твърда (метална) подложка. Първият твърд диск е създаден през 1973 година от компанията IBM и е имал кодово означение “30/30” (двустранен диск с капацитет 30 + 30 MB). Това кодово означение съвпадало с калибъра на ловното оръжие “уинчестър”, добило голяма популярност при завладяването на ‘Дивия запад’ и това наименование се пренесло върху твърдите дискове. Друга версия за наименованието е свързана с британския отдел на IBM, разработваща твърди дискове, която се помещавала в град Уинчестър.

Голям принос в развитието на технологията за твърди дискове имат Файнис Конар и Алан Шугарт, които през 1979 година основават компанията Seagate Technology и организирали производството на 5-инчови твърди дискове. Създаденият през този период твърд диск ST-506 (капацитет 6 MB) се смята за предтеча на съвременните твърди дискове за персонални компютри. Разработеният по-късно модел ST-412 (12 MB) бил използван в първите компютри IBM PC XT.

Магнитният носител в твърдите дискове се нанася върху няколко несменяеми диска, закрепени на обща ос. Те образуват общ пакет, като за всяка работна повърхност има отделна магнитна глава за четене и запис. Съвременните твърди дискове използват специално кобалтово покритие като магнитен носител. То образува тънък магнитен слой, върху който могат да се нанасят много фини магнитни следи. Това позволява да се получи много плътен запис на информация и следователно, голям капацитет на дисковете.

Твърдите дискове са херматически затворени. Малките разстояния между работните повърхности и магнитните глави трябва да бъде защитено от попадане на пращинки, които биха повредили тънкото магнитно покритие. Магнитната глава не трябва да докосва повърхността на диска и в същото време трябва да бъде на разстояние части от микрона (около 15 нанометра) от повърхността. Най-често използваният начин за удовлетворяване на тези изисквания е използването на въздушна възглавница. В магнитната глава се правят отвори, през които се подава въздух под налягане в направление на диска, който образува възглавница не позволяваща на главата да докосне повърхността на диска. Въздухът преди нагнетяването се филтрира с помощта на специални филтри.

Подобно на флопидисковете, твърдите дискове се разделят на писти и сектори. Поради факта, че твърдите дискове представляват пакети от по няколко диска, разположени върху обща ос, пистите намиращи се една под друга върху отделните дискове се обединяват в цилиндри. За всяка работна страна на дисковете има отделна магнитна глава. Общият капацитет на харддиска се определя като:

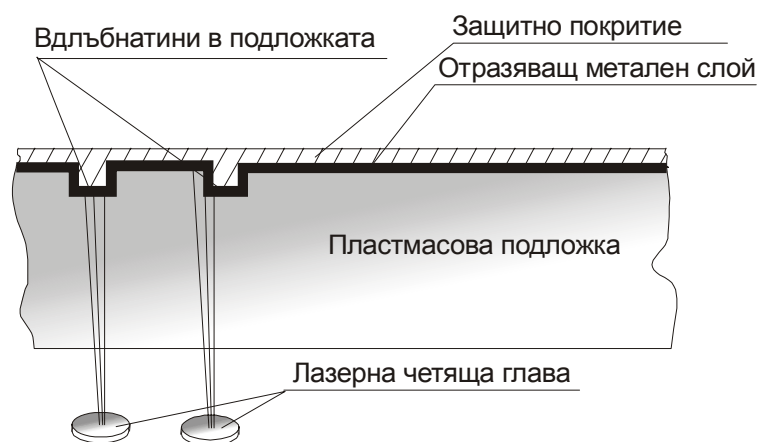
$$\text{Общ обем памет} = C * H * S * 512 ;$$

където C е брой цилиндри на диска; H - брой магнитни глави и S - брой сектори на писта. Обикновено един сектор съхранява 512 В памет.

Описаното разделяне на общото дисково пространство се извършва със специална операция форматиране на ниско ниво (Low Level Formatting). Такова форматиране обикновено се извършва от фирмата производител, но може да се направи и от потребителите.

5. Оптични запомнящи устройства

Оптичните запомнящи устройства използват достиженията на лазерната оптика и по специално ефектите на отражение и интерференция на монохромни светлинни лъчи генерирани от лазерни устройства. Тези устройства са известни като CD-ROM (compact disk read-only memory – памет само за четене върху компактен диск). Това наименование отразява състоянието на тези технологии в началото на развитието им, когато тези устройства се използваха само за четене на информацията от компактните дискове. Тогава оптичните дискове се изготвяха, като информацията записана на тях се формираше още в процеса на производството им и след това можеше само да се възпроизвежда (както при грамофонните плочи). По-късно беше разработена технология за запис и презапис на информация върху оптичните дискове, но наименованието продължава да е както на първите носители на информацията.



Фиг. 5.3 Конструкция на CD-ROM

От доста време CD-ROM устройствата се считат за стандартно оборудване при PC системите. Тенденцията е в недалечно бъдеще тези устройства да изместят флопидисковите устройства, като елемент за пренасяне на информация между компютърни системи несвързани в мрежа. Освен това, те вече са най сигурният начин за архивиране на информация, особено при малките компютърни системи.

Стандартният CD-ROM диск е пластмасов носител само за четене

с оптично запамятаване, има диаметър 120 мм (4.72 инча), дебел е 1.2 мм (0.047 инча) и има в центъра отвор с диаметър 15 мм. На него може да се съхрани до 682 или 737 МВ информация (74 – 80 минути звуков запис).

Пластмасовата дискова основа се шампова или моделира с една единствена физическа пътечка (писта) под формата на спирала, започваща от вътрешната страна на диска. Стъпката на спиралата е 1.6 микрона. За сравнение, една дългосвиреща грамофонна плоча има стъпка на пистата 125 микрона. Ако се погледне под микроскоп пътечката върху диска ще се видят малки изпъкналости (трапчинки) и плоски участъци между тях. Тъй като трапчинките се получават чрез шамповане откъм горната страна, то от страната, през която се извършва четенето те изглеждат като изпъкналости. Шампованата повърхност е покрита с отразяващ метален слой (обикновено алуминий). Над металния слой има защитен полиакрилен лаков слой, върху който се добавя шампован етикет (фиг.5.3).

Прочитането на информацията от диска се извършва с лазерна четяща глава с ниска мощност. Лазерът излъчва фокусиран лъч под повърхността на диска, който преминава през пластмасовата подложка и се отразява от отразяващия метален слой. Фоточувствителен сензор приема отразения от металния слой лъч, като в зависимост от това дали лъчът е попаднал в трапчинка (вдлъбнатина в подложката) или върху равна площ се получава различен отразен сигнал.

Тъй като CD устройствата първоначално са били проектирани за възпроизвеждане на аудио информация, скоростта с която се четат данните, е трябвало да е постоянна. За да се поддържа постоянна скорост на четене, е необходимо лазерната глава да се движи с постоянна скорост спрямо диска (constant linear velocity – CLV устройства). Тъй като данните се намират на различно разстояние от центъра на диска, скоростта на въртене на диска трябва да е различна. Когато данните са по-близо до центъра, скоростта на въртене трябва да е по-голяма, а когато са към периферията – по-малка. Скоростта на въртене на '1x' устройство варира от 540 rpm (об/мин) до 212 rpm.

5.1. Записваеми и презаписваеми CD устройства (CD-R и CD-RW)

Първоначално CD устройствата бяха замислени като устройства само за четене, но по-късно се появили записваеми и презаписваеми устройства с компакт дискове. Най-напред се появили записваемите, а след това и презаписваемите дискове. В тези технологии се използват специални материали, които променят своите оптически характеристики при интензивно загряване с помощта на лазер.

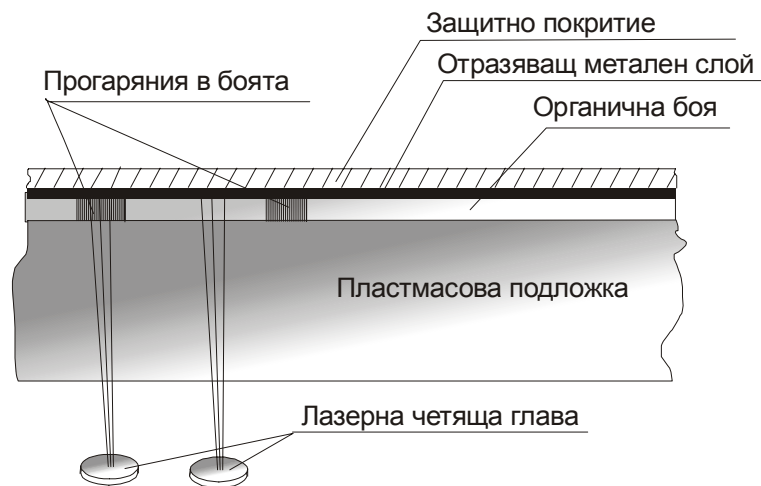
CD-R оптични дискове.

Веднъж записани CD-R дисковете могат да бъдат възпроизведени и четени от всяко стандартно CD устройство. Те използват същия принцип, както стандартните CD-ROM устройства. Отражателен металически слой отразява лазерен лъч и фоточувствителен сензор регистрира интензивността на отразената светлина. Разликата от стандартните устройства е, че вместо да се шамповат в повърхността на подложката, изображенията на трапчинките се прогарят в специални издигнати канали. Следователно, трапчинките в действителност не са издатини, а превърнати в тъмни участъци в канала, които пропускат по-малко светлина от лазерния лъч. Тъй като цялостната отразителна способност на повърхността на диска остава както при стандартния CD-ROM дискове, то CD-R дисковете се четат от същите устройства и по-същия начин.

Част от процес на запис на CD-R дисковете започва още по време на производството им. CD-R дисковете се изготвят почти както стандартните дискове – използва се преса за шамповане на подложки от поликарбонатна пластмаса. Само че вместо да се шамповат трапчинки и равни участъци се, пресата оформя спирален канал, наричан предварителен

канал (pre-groove). От гледна точка на страната за четене или запис (от страната на лазерната глава) този канал се вижда като изпъкнал спирален гребен, а не като вдлъбнатина.

Предварителният канал не е идеално прав. Той е оформен с леко лъкатушене, като амплитудата на това лъкатушене е много малка (0.03 микрона). Лъкатушенето е модулирано така, че носи допълнителна информация, която може да се чете от четящото устройство. Сигналят съдържащ се в лъкатушенето се нарича абсолютно време, защото е модулиран с времеви код и с някои други данни за синхронизация.



Фиг. 5.4 Записваем CD-R

отдолу, лазерният лъч използван за четене (или запис) на диска първо преминава през прозрачната поликарбонатна пластмаса и слоя с боята, попада върху златния слой, където се отразява обратно през слоя с боята и пластмасата и накрая се прихваща от фоточувствителния сензор.

Боята и отразятелният слой имат същата отразителна способност както чистия CD-ROM. Следователно, едно четящо устройство би прочело канала на незаписано CD-R като един дълъг равен участък от стандартно CD. За да се извърши запис върху CD-R диск, лазерен лъч със същата дължина на вълната (780 нанометра), каквато се използва за четене на дисковете, но с 10 пъти по-голяма мощност се използва за да загрее боята. Лазерният лъч се излъчва на импулси към повърхността на гребена, загрявайки слоя органична боя до температура 250-300°C. Тази температура прогаря органичната боя и я прави непрозрачна. При четене прогореното място пречи на светлината от четящия лазер да премине през слоя с боята към златния отразителен слой. Това има същия ефект, както унищожаването на светлината при отражение от трапчинките при обикновените CD дискове.

Устройството, четящо диска е подведено да предполага, че има трапчинка, но всъщност това е само петно в органичната боя. Използването на топлина за създаване на тъмните петна в боята е причина процесът на записване на диска да се нарича 'прогаряне' или 'изпичане', а самите записващи устройства грубо да се наричат 'печки'. Когато прогаря, боята променя състоянието на диска от отразяващо в неотразяващо състояние и тази промяна е необратима. Поради тази причина, CD-R дисковете са носители за еднократен запис.

5.2 CD-RW оптични дискове.

В началото на 1996 година индустриален консорциум от няколко от водещите в производството на компактдискови устройства компании представиха новия формат CD-RW. От тогава CD-RW устройствата почти изцяло замениха CD-R устройствата. Главната причина е, че CD-RW устройствата са напълно съвместими със CD-R устройствата, като могат да четат и записват както CD-RW, така и CD-R дискове. Разликата между CD-RW и CD-R дискове е, че CD-RW могат да бъдат презаписвани до 1000 пъти. Въпреки че CD-RW

За да бъде завършен CD-R диска, върху него се нанася равномерен слой органична боя. След това се нанася златен отразяващ слой, следван от защитно покритие (фиг.5.4). Златото се използва в CD-R дисковете, за да се постигне максимална отразителна способност, а освен това беше открито, че органичната боя има склонност да окислява алуминия. Накрая върху лаковото защитно покритие се нанася офсетов печат за идентификация и допълнителна защита. Когато дискът се гледа

дискете са около 2 пъти по-скъпи от CD-R дискете, те са многократно по-евтини от всички други презаписваеми носители на информация.

Записът на информация на CD-RW дискове е с по-ниска скорост (поне 4 пъти по-ниска от запис на CD-R дискове). Това е така, защото на лазера му трябва повече време за да обработи даден участък от повърхността на диска по време на запис. Освен това те имат по-малка отражателна способност, което ограничава тяхната четимост в по-стари устройства. Всички съвременни устройства обаче, отговарят на спецификацията MultiRead – това са устройствата скорости 24x и нагоре.

CD-RW устройствата и носителите използват специален физически процес на изменение на фазата на вещества за да създадат по тъмни и светли участъци върху повърхността на диска. Както и при другите типове CD дискове основата е от поликарбонена пластмаса, с лъкатушеч предварително шампован канал. Вместо органична боя в този вид дискове се използват слоеве от специален диелектрик (изолатор), между които се намира слой който може да променя фазовото си състояние. Диелектричните слоеве са проектирани така, че да изолират поликарбоната и отразяващия слой от интензивното загряване по време на запис в записващия слой.

Вместо да се прогаря органична боя, както е при CD-R дискете, записващият слой в CD-RW диска е изготвен от специална сплав с фазово изменение, състояща се от сребро, индий, антимон и телур. Отразяващият слой е от алуминий. Записващият слой в нормално състояние е с поликристална структура, чиято отражателна способност е около 20%. Когато върху CD-RW диска се записват данни, лазерът в устройството редува две настройки на мощността, наречени P-запис и P-изтриване. Настройката за по-високата мощност (P-запис) се използва да загрее материала в записващия слой до температура 500-700°C, карайки го да се разтопи. С разтопяването на материала се променя структурата на материала и той преминава в аморфно състояние. След втвърдяване в такова състояние, отражателната способност на материала пада до около 5%. Когато дискът се чете, областите с такава отражателна способност симулират трапчинките от стандартните компакт дискове.

Възможността за презапис на CD-RW дискете се състои в това, че при определени условия, материалът на записващия слой може да се върне в изходната си фаза. Това се постига чрез установяване на лазера в режим P-изтриване. При по-ниска мощност на лазера, материалът се загрява до около 200°C, което е далеч под точката на топене, но е достатъчна за размекването му. Когато материалът е размекнат и се охлади по-бавно той преминава отново в поликристално състояние и отражателна способност около 20%.

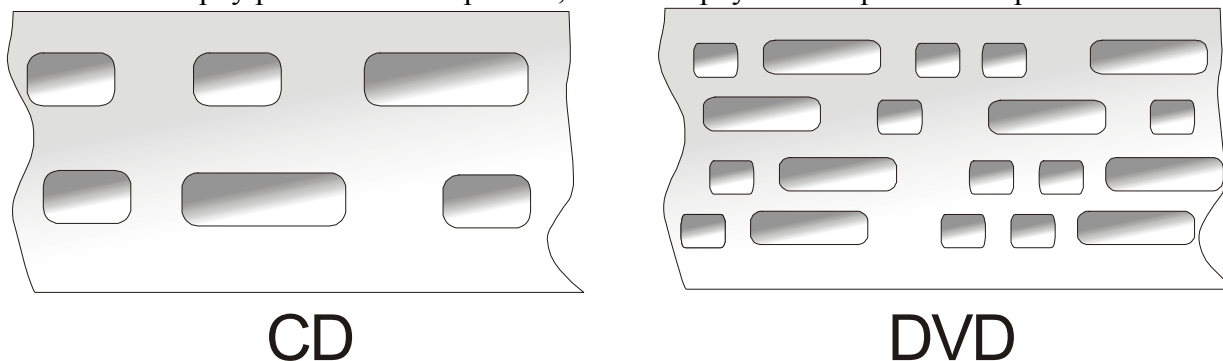
5.3. DVD устройства

DVD (Digital Versatile Disc – цифров всеотраслен диск) е CD с висок капацитет. Всяко DVD устройство е и CD-ROM устройство. Това ще рече, че те могат да четат както DVD дискове така и CD дискове. Това е така, защото DVD използва същата техника, както CD-ROM. DVD стандартът драстично увеличава капацитета на дискете. Един CD-ROM диск побира до 737 MB, докато DVD дискете съхраняват до 4.7 GB при един слой или до 8.5 GB – при два работни слоя. Двустранните DVD дискове могат да съхраняват двойно по-голямо количество данни.

Върху DVD дискете могат да се записват по два слоя информация на една страна, както и да бъдат двустранни. Те са със същите размери, както обикновените CD дискове. За запис на информация се използват трапчинки и равни участъци, също както при CD. Когато се използва двуслоен запис, всеки слой на всяка страна се шампова върху отделно парче поликарбонена пластмаса, след което отделните слоеве се слепват за да образуват крайния диск с дебелина 1.2 мм.

Основната разлика от CD е по високата плътност на запис на информацията върху DVD дискете (фиг. 5.5). За да се изпълни това се използва лазерна глава с по-малка

дължина на вълната. Както и при CD, всеки слой се шампова като една физическа пътечка, навита като спирала. Когато се използва двуслоен запис, външният слой има по-тънко отразяващо покритие, за да пропуска част от светлината на лазерния лъч. По този начин се осигурява достъп за четене на вътрешния слой. Ако дискът е двустранен, етикети не могат да се поставят върху работната повърхност, а само върху най-вътрешната неработна област.



Фиг. 5.5 Разположение на трапчинки и равни области в CD и DVD

Трапчинките върху DVD дисковете са с височина 0.105 микрона и 0.4 микрона ширина. Дължината на трапчинките и равните участъци варира от 0.4 до 1.9 микрона. По-големият капацитет на DVD устройствата се дължи на следните причини:

- 2.25 пъти по-малка ширина на трапчинките (от 0.9 на 0.4 микрона);
- 2.16 пъти намалено разстояние между обиколките на спиралната пътечка (от 1.6 на 0.74 микрона);
- Малко по-голяма площ за данни върху диска (от 8605 на 8759 мм²);
- Около 1.06 пъти по-ефективна битова модулация на канала;
- Около 1.32 пъти по-ефективен код за корекция на грешките;
- Около 1.06 пъти по-малък разход на секторите.

Записваеми DVD стандарти. Историята на записваемите DVD устройства датира от 1997 година. Презаписваемите DVD дискове бяха наречени DVD-RAM дискове, а дисковете за еднократен запис – DVD-R дискове.