

Съвременни технологии при запомнящите устройства със сменяем диск. Blu-ray, HD DVD

Запомнящите устройства за компютри използват два основни принципа за съхраняване на информация: магнитен и оптичен. С времето всеки от тези принципи е намерил своето приложение. Устройствата, конструирани на магнитен принцип се оказват подходящи като основен постоянен носител на информация поради своето бързодействие, голяма плътност на записа, позволяваща голям капацитет за побиране на информацията, възможността за многократен презапис и др. Устройствата на оптичен принцип са подходящи за архивиране и пренасяне на информация чрез леки, евтини и устойчиви сменяеми носители, известни под името CD и DVD.

Понастоящем дисковете CD и DVD са изключително разпространени, но с развитието на информационните технологии и особено поради внедряването на стандарти за висококачествено видео, техният капацитет започва да не достига, въпреки че съществува стандарт DVD-18, който позволява капацитет 17 GB. Поради това започват да се търсят нови конструктивни решения за оптично съхраняване на данни с голям капацитет.

1. Стандартът Blu-ray

1.1. Кратка история



През февруари 2002 г. водещите фирми в областта на оптичното съхранение на данни учредяват групата Blu-ray Disc Founders (BDF), чиято цел е да създаде и развие спецификация за формат на оптични дискове с голям капацитет, наречен Blu-ray Disc. Първата спецификация 1.0 за Blu-ray е публикувана през май 2002 г. През април 2003 г. Sony внедрява първото комерсиално (продавано на пазара) Blu-ray Disc (BD) записващо устройство - BDZ-S77.

През януари 2006 г. Blu-ray Disc Association публикува спецификация версия 2.0 за презаписваеми дискове BD-RE.

1.2. Технически характеристики



Форматът Blu-ray е напълно презаписваем формат, който позволява записване на 25 GB данни или до 11.5 часа видео със стандартно качество¹, на едностранен, еднослоен диск с диаметър 12 см (същият като на CD и DVD), използвайки синьовиолетов лазер с дължина на вълната 405 нанометра.

Двуслойните BD записващи устройства записват до 50 GB данни или до 23 часа видео със стандартно качество.

Въпреки че стандартът не изисква обратна съвместимост със CD и DVD, на практика всички произведени устройства поддържат тази съвместимост.

¹ Стандартното качество (SD – standard definition) на цифровата телевизия има следните разделителни способности:

- при американския стандарт NTSC – 480 видими реда от общо 525;
- при европейските стандарти PAL/SECAM – 576 видими реда от общо 625

Едно от основните приложения на оптичните носители с голям капацитет е записването на висококачествена телевизия (High-definition video или HD video)¹, която изисква огромно място за съхраняване. За тази цел, например, DVD е с недостатъчен капацитет, за да се запише един двучасов филм.

Blu-ray е предназначен да съхранява до 4.5 часа HD видео – видео с високо качество (или над 13 часа телевизия със стандартно качество на предаване) на еднослоен диск и 9 часа на двуслойните версии. Също като DVD, Blu-ray използва технологията за компресия MPEG-2.

Забележка: При смесване на HD видео със стандартно видео върху Blu-ray, може да се съхраняват до 2.25 часа HD видео и 2 часа стандартно видео на еднослоен диск. Двуслоен диск може да съхранява до 3 часа HD видео и 9 часа стандартно видео.

Спецификацията на Blu-ray включва следните формати:

- BD-ROM – само за четене на предварително записано съдържание
- BD-R– Recordable - записваем
- BD-RE – Rewritable - презаписваем

Скоростта на прехвърляне на данните на BD зависи от скоростта на устройството и носителя. Практическият максимум на скоростта на въртене на оптичния диск е 10 хиляди об./мин., което ограничава максималната скорост на BD устройствата до 12x, равна на 54 MB/s. Времето за четене или запис на цял еднослоен или двуслоен диск е показано в табл.1.

Таблица 1 Скорости на BD устройство/носител и времена за четене/запис на диска

Скорост на диска	Скорост на прехвърляне на данни [MB/s]	Време за четене/запис [min.]	
		Еднослоен диск	Двуслоен диск
1x	4.5	90	180
2x	9	45	90
4x	18	23	45
6x	27	15	30
8x	36	12	23
12x	54	8	15

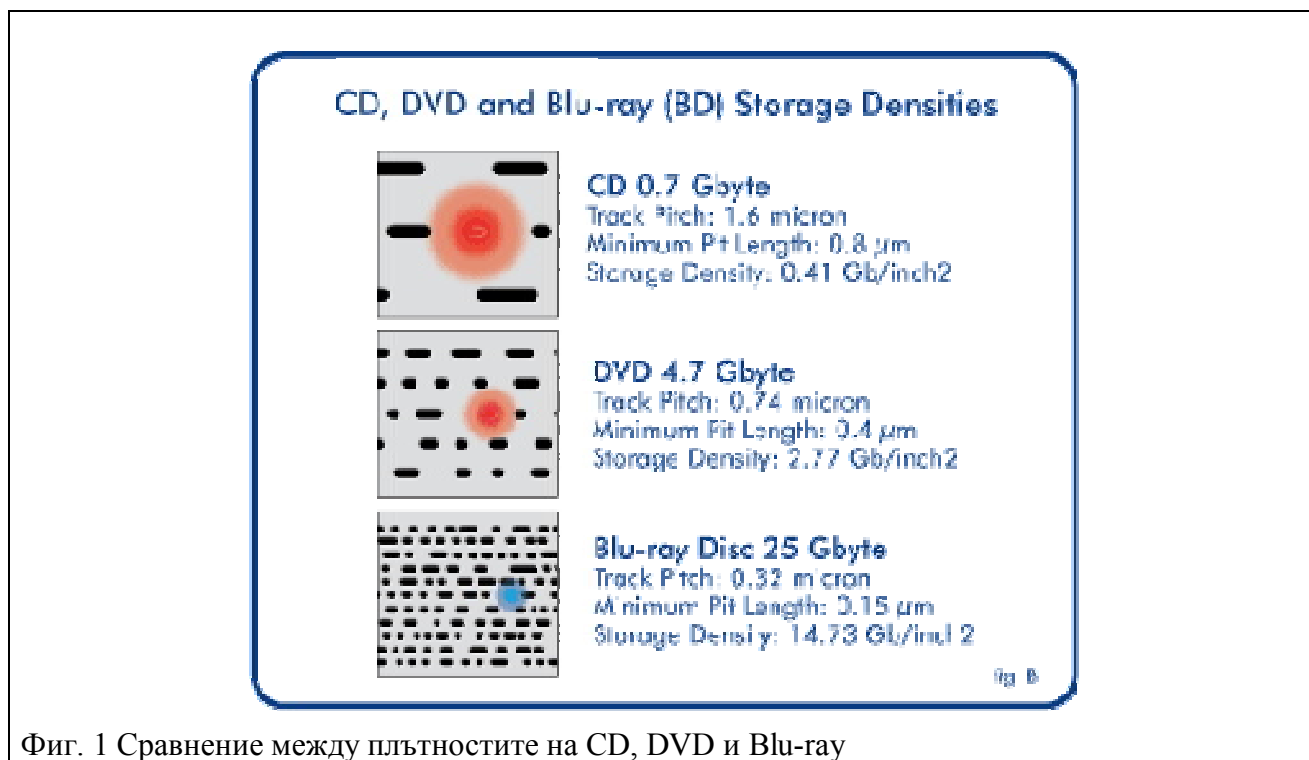
1.3. Сравнение между характеристиките на CD, DVD и Blu-ray

Blu-ray използва лазерен лъч с по-малка дължина на вълната от тази на DVD и CD, което позволява да се работи с по-малки по-размер вдлъбнатини, които са разположени по-плътно, позволявайки на същата площ да се запише много повече информация (фиг. 1).

Стъпката на пътечката при CD е 1.6 микрона; при DVD – 0.74 микрона, а при Blu-ray – 0.32 микрона, а минималната дължина на вдлъбнатината съответно 0,8 микрона, 0,4 микрона и 0,15 микрона. Плътността на съхраняване на данни е съответно: CD- 0.41 Gb/inch²; DVD – 2.77 Gb/inch²; Blu-ray – 14.73 Gb/inch².



¹ High-definition video има повишена разделителна способност: 1280×720 pixels (720p) или 1920×1080 pixels (1080i/1080p). Буквата p означава прогресивна разбивка – всеки кадър включва всички редове от изображението, а буквата i (interlaced) – презредова разбивка – първият кадър изобразява половината редове от изображението (например, нечетните), а следващият кадър – другата половина редове (четните).



Фиг. 1 Сравнение между плътностите на CD, DVD и Blu-ray

Някои от характеристиките на лазера са сравнени за трите вида оптични устройства в Таблица 2.

Таблица 2. Характеристики на лазера за CD, DVD и Blu-ray

	Дължина на вълната на лазера [nm]	Числова апертура на лещата	Ъгъл на влизащата светлина	Увеличение на лещата
CD	780 - инфрачервен	0,45	26,7	20
DVD	650 - червен	0,60	36,9	40
Blu-ray	405 – синьовиолетов	0,85	58,2	60

Числовата апертура е мярка за способността на лещата да получава светлина, както и фокусното разстояние и относителното увеличение. Числовата апертура на лещата се получава като синус от максималния ъгъл на светлината, влизаща в лещата. Например, лещата на CD устройството получава светлина под ъгъл 26.7° , който дава като резултат числова апертура $\text{SIN}(26.7) = 0.45$.

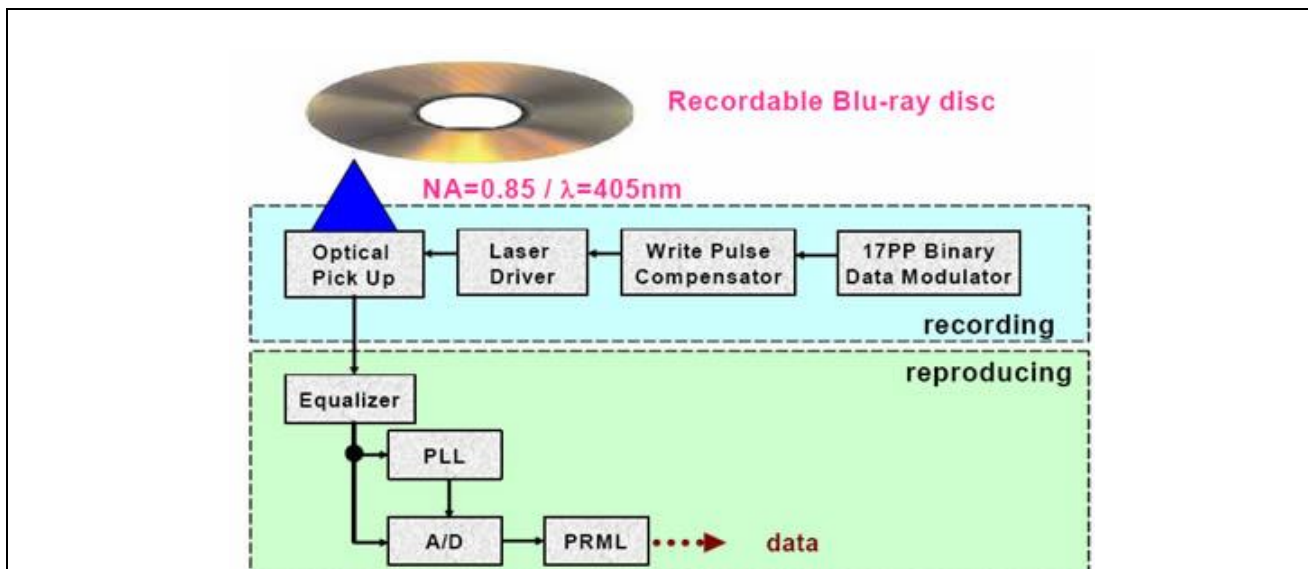
По-голямата числова апертура позволява в лещата да влизат по-полегати лъчи светлина и следователно да се произведе изображение с по-висока разделителна способност. Колкото по-голяма е апертурата, толкова по-малко е фокусното разстояние и е по-голямо увеличението. Лещата на CD увеличава около 20 пъти, на DVD – 40 пъти, а на Blu-ray – 60 пъти. Това по-голямо увеличение е необходимо тъй като разстоянието между пътеките на Blu-ray диска е намалено до 0,32 микрона, което е почти наполовина от това на обикновеното DVD.

Тъй като плътността на записа е много голяма, обикновено при Blu-ray се използва проста касета за диска, която да го предпазва от зацапване с прах, отпечатъци от пръсти или драскотини.

За любознателните!

1.4. Блокова схема на Blu-ray устройство

На фиг. 2 е показана блоковата схема на Blu-ray устройство.



Фиг. 2 Блокова схема на Blu-ray устройство

Потребителските данни, които вече са правилно форматираны (добавена е ECC и друга секторна информация), се модулира или кодира в 17PP NRZI сигнал. Този сигнал се изпраща към компенсатор на записващите импулси, където сигналът се модулира в многоимпулсен сигнал. Чрез настройване на фронта на първия импулс и спада на гасящия импулс на многоимпулсния сигнал, може да се управлява количеството топлинно акумулиране спрямо дължината на маркера (вдлъбнатината), позволявайки точно поставяне на ръбовете на маркера. След това модулираната вълнова форма на импулса се изпраща към схемата на лазерния драйвер, който модулира енергията на лазерния лъч за да запише маркер или остави празно място върху диска.

За да се възпроизведат записаните данни, възпроизведеният сигнал се подава през еквилайзера към схемата (PLL - phase locked loop). Изходящия сигнал от еквилайзера също се подава към аналогово-цифров преобразувател (A/D – АЦП) за да бъде преобразуван в цифров сигнал, чрез тактовия генератор на PLL. Изходът от АЦП се подава след това към канала PRML, за да се коригират евентуални грешки в бита и след това под формата на NRZI сигнал се демодулира от кода 17PP и някакви останали грешки, коригирани чрез ECC.

2. Стандартът HD-DVD



Стандартът HD-DVD, също известен като Advanced Optical Disc (AOD), е вече отрял формат за оптични дискове с голям капацитет, създаден от Toshiba и NEC. Това е подобен на Blu-ray стандарт, който също използва син лазер, но не е съвместим с Blu-ray.

Внедряването през 2006 г. на двата формата HD-DVD и Blu-ray предизвиква война на форматите, подобна на войната между стандартите за видео Betamax и VHS през 70-те години на XX в. Без да се спираме на

всички превратности на тази война и участието в нея на големите производители на оптични устройства и фирми от филмовата индустрия, описани доста подробно в [1], може да се посочи крайният резултат – от 2008 г. насам не се произвеждат устройства по стандарта HD-DVD.

Само за сведение ще бъдат посочени някои характеристики на HD-DVD. Еднослойните дискове са с капацитет 15 GB, позволяващ запис на 4 часа HD видео, докато двуслойните са с капацитет 30 GB, позволяващ запис на 8 часа HD видео. Създадени са три формата:

- HD DVD-ROM– само за четене на предварително записано съдържание
- HD DVD-R– Recordable - записваем
- HD DVD-RW– Rewritable - презаписваем

3. Перспективи за развитие на оптичните устройства

Въпреки че спецификацията Blu-ray е завършена, инженерите продължават да работят за развитие на технологията и главно за увеличаване на капацитета на дисковете. Основната тенденция е увеличаване на броя на слоевете, като са правени експерименти с 3, 4, 6 и дори 16 слоя. Фирмите-производители планират да достигнат капацитети на дисковете от порядъка на няколкостотин GB и дори 1 TB. Информация за такива опити и планове може да се намери на сайта на Wikipedia [3].

Литература

1. **Mueller**, Scott Upgrading and Repairing Pcs, 19th Edition. USA, Que, 2009.
2. Сайт на blu-ray - www.blu-raydisc.com.
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Blu-ray_Disc