

W poprzednich numerach EdW można było znaleźć informacje o nowych dyskach, oznaczonych charakterystycznym logo z literkami DVD.

Dyski te pomalu wchodzi do powszechnego użycia, dlatego warto się z nimi bliżej zapoznać. Niniejszy artykuł zawiera informacje zarówno o właściwościach technicznych nowego dysku, jak i o różnorodnych możliwościach jego wykorzystania.



(Prawie) wszystko o DVD

Przez długie wieki historii ludzkości możliwości przechowywania informacji były bardzo ograniczone. Pismo umożliwiała wprawdzie zachowanie informacji, ale siłą rzeczy pojemność dawnych nośników była niewielka. Zarówno papirus, tabliczki gliniane, jak też inskrypcje kute w kamieniu nie dawały zbyt szerokiego pola do popisu. Nic dziwnego, że dla potomności utrwalano jedynie informacje, które aktualny władca uznał za najważniejsze (prawie zawsze były to doniesienia o potędze i zwycięstwach tego władcy). Innym środkiem przekazu informacji były rzeźby i obrazy.

O ile (zwykle upiększone) portrety niektórych starożytnych władców przetrwały na obrazach i rzeźbach aż do dziś, i o ile zachowało się wiele starożytnych tekstów, o tyle bezpowrotnie znikły informacje o mowie dawnych ludów. Archeolodzy mogą się tylko domyślać, jak brzmiały języki starożytne.

Zapewne świat wyglądałby zupełnie inaczej, gdyby od dawna ludzkość potrafiła zapisywać nie tylko swe myśli w postaci pisma, ale też dźwięki i ruchome obrazy. Niestety, trzeba było na to czekać całe tysiąclecia.



Pierwsze urządzenia do zapisu dźwięku pojawiły się pod koniec XIX stulecia. Podobnie było z filmem. Niedawno obchodziliśmy przecież stulecie kina.

Nie trzeba chyba nikogo przekonywać, jak niedoskonałe były pierwsze urządzenia do rejestracji i odczytu obrazu oraz dźwięku. Najpierw był woskowy walec, winylowa płyta i czarna taśma filmowa, potem magnetofon (najpierw z drutem, potem z taśmą) i magnetowid. Dopiero w drugiej połowie XX wieku upowszechniły się sposoby przekazu obrazów i dźwięków w miarę dobrej jakości. Najstarsi i starsi Czytelnicy EdW zapewne wiedzą, co to Technicolor. To na ich oczach pojawiła się kolorowa telewizja. To oni z utęsknieniem czekali na możliwości zakupu także w naszym kraju sprzętu audio oznaczonego magicznym symbolem Hi-Fi. To czekanie trwało całe lata, niemniej jednak to niewątpliwie wiek dwudziesty przyniósł coraz szybszy postęp w zakresie metod zapisu obrazu i dźwięku.

Ogromnym przełomem w tej dziedzinie było pojawienie się płyty kompaktowej. Bez ryzyka można powie-



dzieć, że był to milowy krok w historii zapisu obrazu i dźwięku.

W roku 1980 firmy Sony i Philips uzgodniły format stereofonicznego zapisu dźwięku o jakości niedostępnej do tej pory w sprzęcie powszechnego użytku. W roku 1982 Sony wypuściła pierwszy odtwarzacz płyt kompaktowych CDP-101 i pierwszą płytę kompaktową z albumem Billy Joela.

Niebywały sukces płyty kompaktowej skłonił jej twórców do poszukiwań nowych możliwości jej wykorzystania.

Kluczem do takich możliwości był fakt, że zapis na płycie kompaktowej w rzeczywistości jest zapisem cyfrowym, zawierającym tylko „zera” i „jedyńki”. Owe zera i jedynki reprezentowane są przez tak zwane pity. Te pity to po prostu mikroskopijne wgłębienia warstwy czynnej płyty. W pierwszym przybliżeniu można przyjąć, że owe pity odpowiadają bitom, znanym z techniki komputerowej. Płyta CD jest odtwarzana za pomocą promienia lasera, a nie za pomocą jakiegoś rodzaju mechanicznej „igły”, i dzięki temu płyta nie traci jakości, niezależnie od częstotliwości jej używania. Laserowa głowica odczytująca musi być prowadzona wzdłuż spiralnej ścieżki.





Zogniskowane światło lasera albo odbija się od gładkiej powierzchni czynnej płyty, albo trafia na pit (wgnięcie) i rozprasza się. Odbite światło pada na fotodiody odbiorczą. Sygnał z fotodiody zawiera informacje o zapisanych zerach i jedynkach. O wymaganej precyzji zarówno zapisu, jak i odczytu może świadczyć fakt, że odstęp pomiędzy ścieżkami (podobnymi nieco do ścieżek na czarnej płycie gramofonowej) wynosi na płycie kompaktowej około 1,6µm, czyli na szerokości jednego milimetra zmieści się ponad 600 ścieżek!

Dzięki takiej miniaturyza-

cji na płycie CD można zmagazynować 650 me-



gabajtów informacji (650MB x 8 bitów) czyli inaczej mówiąc ponad 5 miliardów „zer” i „jedynek” co starczy na ponad 70 minut muzyki doskonałej jakości. Możesz sobie wyobrazić, że na każdej twojej płycie CD jest tyle tych „zer” i „jedynek”, że mógłbyś po jednym bicie podarować niemal każdemu mieszkańcowi naszego globu! Niebagatelna ilość! Nic dziwnego, że szybko zaproponowano różnorodne wykorzystanie takich ilości informacji. Przecież bity informacji nie muszą wcale kodować dźwięków muzyki czy mowy. Równie dobrze mogą kodować litery, cyfry i inne znaki, albo też ruchome czy nieruchome obrazy.

I oto w roku 1985 firmy Philips i Sony wprowadziły standard zapisu na płycie kompaktowej informacji komputerowych. Pojawił się CD-ROM. Łatwo (a może właśnie niełatwo) sobie wyobrazić, jaką masę danych można zapisać na tych 650 megabajtach, jeśli z grubsza biorąc, jeden bajt odpowiada jednej literze. 650 milionów liter... O zadziwiającej pojemności CD-ROMów mogą się przekonać choćby posiadacze katalogów elementów elektronicznych – na jednym krążku zawarte są dane zajmujące w wersji drukowanej kilkadziesiąt opastych tomów.

W roku 1985, gdy ustalano standard CD-ROMa, pojemność 650 megabajtów przyprawiała o zawrót głowy. Dopiero niedawno, około trzech lat temu byliśmy świadkami rozpowszechnienia się twardego dysku komputerowego o pojemności tego rzę-

du. W połowie lat osiemdziesiątych „twardziele”, nazywane wtedy Winchesterami, miały pojemności rzędu 20MB.

Nic więc dziwnego, że obok płyt CD-audio, wielką karierę zrobili także CD-ROMy, oraz że stosunkowo szybko pojawiły się płyty umożliwiające samodzielny zapis informacji. Potrzebne są do tego specjalne płyty, oznaczone CD-R oraz nagrywarki. Dziś nagrywarki płyt CD-R są powszechnie dostępne dla każdego chętnego. Właśnie na takich płytach archiwizowany jest każdy numer EdW.

Zdecydowanie skromniejszą karierę zrobiły płyty zgodne ze standardem CD, umożliwiające wielokrotne zapisywanie i kasowanie informacji (CD-RW). Wszystko wskazuje, że takie płyty i drogie stacje dla nich, są bezpowrotnie skazane na wymarcie.

Nie odniosły też znaczącego sukcesu płyty VideoCD, umożliwiające zapisanie do 74 minut filmu o jakości porównywalnej z przeciętnym magnetowidem VHS. Osiągnięcie tak dużego czasu odtwarzania wydawać się może wielkim sukcesem, bo przecież do zapisu ruchomych obrazów wymagane jest znacznie więcej informacji, niż do zapisu dźwięku. A przecież pierwotny standard CD-audio umożliwia zapis na płycie jedynie 74 minut muzyki. Tak duży krok do przodu w dziedzinie cyfrowego zapisu ruchomych obrazów stał się możliwy dopiero na początku lat 90-tych, dzięki zastosowaniu specjalnego sposobu kodowania.

Jak wspomniano, pojawienie się płyty VideoCD nie było żadnym przełomem. Po pierwsze czas odtwarzania równy 74 minuty nie daje możliwości zapisania na płycie całego filmu pełnometrażowego, co jest bardzo istotne z punktu widzenia wytwórni filmowych. Po drugie, jakość obrazu, składającego się z około 250 linii, każda po 352 punkty, nie był zadowalający.

Należy zaznaczyć, że płyty VideoCD nie były jedynymi płytami do zapisu filmów. Już w roku 1979 wprowadzono płyty LD (Laser Disc). Płyta LD ma średnicę 30 lub 20cm, czyli jest znacznie większa od 12-centymetrowej płyty CD. Na jednej stronie pozwala zapisać 60 minut filmu (przy zapisie dwustronnym -120 minut. Te odczytywane laserem

płyty nie są jednak płytami

cyfrowymi. Wprawdzie jakość obrazu jest dobra, jednak różne względy zadecydowały o tym, iż płyty te nie stały się znaczącą konkurencją dla kaset magnetowidowych.

Oprócz płyt (i odtwarzaczy LD) które zdobyły sobie pewne niewielkie miejsce na rynku, pojawiły się także płyty i sposoby zapisu obrazów, przeznaczone dla specyficznych zastosowań. Przykładowo przed kilku laty pojawiły się płyty systemu -vision (o średnicy 12cm) i Digital LD (o średnicy 30cm), które umożliwiały zapis odpowiednio 2100 megabajtów i 5400...10000 megabajtów informacji. Te kosztowne systemy, przeznaczone dla konkretnych celów (pierwszy dla komercyjnych instalacji karaoke, tak popularnych w Japonii, drugi dla świata biznesu), nigdy nie rozpowszechniły się w znaczącym stopniu.

W 1990 roku światło dzienne ujrzał LD-ROM – odpowiednik CD-ROMa. Również on nie zdobył miejsca na rynku.

W każdym razie, na początku lat 90-tych pojawiły się płyty mogące zmagazynować znacznie więcej informacji, niż „stara” płyta CD. Drugim bardzo ważnym zjawiskiem był gwałtowny rozwój systemów kodowania obrazu.

Wiadomo było od dawna, że dla uzyskania dobrej jakości obrazu wcale nie trzeba przekazywać dokładnej informacji o każdym punkcie obrazu (jak to jest w monitorze komputerowym). Oko i mózg ludzki dają się łatwo oszukać, a więc do zapisu i przesyłania wiernego, barwnego i ruchomego obrazu wcale nie są potrzebne zawrotnie duże ilości informacji.

Problem tylko w tym, jak „wyluskać” z oryginalnego sygnału (pochodzącego na przykład z kamery) tylko to, co jest niezbędne. Oczywiście to „wyluskiwanie” odbywa się na drodze cyfrowej, po zamianie sygnału na postać cyfrową, czyli po prostu na liczby. Uczelnie, instytuty naukowe i firmowe laboratoria badawcze od co najmniej kilkunastu lat bardzo intensywnie poszukują najlepszych sposobów takiego kodowania obrazu, by bez straty jakości, do przesyłania i zapisu zużyć jak najmniej informacji. Powstały pewne standardy, między innymi MPEG-1 i MPEG-2. Standardy takie są konieczne, by zapewnić wymiennność (kompatybilność) sprzętu różnych wytwórców. Trzeba przyznać, że nowoczesne sposoby przetwarzania i kodowania





pozwalają zmniejszyć ilość informacji co najmniej kilku- a nawet kilkudziesięciokrotnie, w porównaniu z „surowym” cyfrowym sygnałem wideo.

Tak samo jest z zapisem audio – systemy MPEG (i nie tylko te) pozwalają radykalnie zmniejszyć ilość przesyłanych czy zapisywanych informacji bez straty subiektywnie odczuwanej jakości dźwięku.

I właśnie dwa wymienione czynniki: możliwości wytwarzania płyt o pojemności ponad 1000 megabajtów, oraz zastosowanie zaawansowanych sposobów (algorytmów) kodowania obrazu i dźwięku umożliwiły powstanie bohatera tego artykułu – krążka DVD.

Powstanie standardu DVD

Do narodzin krążka DVD przyczyniły się dwie potężne grupy interesów.

Pierwsza to grupa związana z rynkiem komputerów. Z upływem czasu komputery osobiste stawały się coraz szybsze, mogły nie tylko przetwarzać i obrabiać sygnały audio wysokiej jakości, ale zarysowała się możliwość odtwarzania przez nie ruchomych obrazów. Pojawiło się hasło – multimedia. O ile prezentowanie przez komputer wolno zmieniających się obrazów i dźwięków nie było żadnym problemem, o tyle z ruchomym obrazem i dźwiękiem nie poszło tak łatwo. Powstały różne sposoby zapisu ruchomych obrazów, ściślej – filmów. O jakości współczesnych multimedialnych filmów, zapisywanych na CD-ROMach, a pokazywanych na monitorze komputera, może się przekonać niemal każdy posiadacz komputera. Na pewno jakość obrazu jest daleka od zadowalającej.

Lata 1993...94 były okresem poszukiwań zadowalającego standardu dla rodzących się multimedialnych. W grudniu 1994 roku Sony i Philips zaproponowały, by standardem stały się ich zalecenia, zwane MMCD (MultiMedia CD). W styczniu 1995 siedem firm amerykańskich, japońskich i francuskich zaproponowało, by jako standard przyjęto ich system, oznaczony SD (Super Density).

Tyle o pierwszej grupie.

Drugą grupą były wytwórnie filmowe z Hollywood. Siedem największych studiów filmowych stworzyło w sierpniu 1994 komitet doradczy do spraw nowej płyty do zapisu filmów.

Komitet ten nie zajmował się drobiazowo wszystkimi szczegółami technicznymi, sformułował natomiast następujące życzenia:

- płyta powinna mieć wymiary takie, jak płyta CD (5 cali – 12 centymetrów średnicy)

- czas odtwarzania jednej strony – minimum 135 minut filmu
- jakość obrazu lepszą niż dysk LD
- dźwięk: cyfrowy system surround (5+1 kanałów)
- możliwość zapisu dźwiękowego dialogów w 3...5 językach
- dodatkowe napisy w kilkudziesięciu językach.

Mając powyższe życzenia na uwadze, wspomniane wcześniej firmy produkujące sprzęt elektroniczny, po dyskusjach doszły w końcu do zgody i 15 września 1995 roku przyjęły „Standard DVD”. Struktura dysku i inne podstawowe cechy wzięto z systemu SD, natomiast technologia przetwarzania sygnału została wzięta z systemu MMCD.

W ten sposób praktycznie wszystkie czołowe, liczące się w świecie firmy produkujące sprzęt stworzyły wspólny standard, który ma ogromną szansę dłużej pozostać na rynku.

Można powiedzieć, że w standardzie tym znalazły odbicie wszystkie znaczące wcześniejsze osiągnięcia w zakresie wytwarzania pojemnych dysków oraz przetwarzania sygnału.

Co bardzo ważne, zarówno dla komputerowców, jak i posiadaczy bibliotek płyt CD, nowy nośnik jest w sumie bardzo podobny do wcześniejszych płyt CD i można bez większego trudu zapewnić kompatybilność w dół, to znaczy by dzisiejsze płyty CD-Audio oraz CD-ROMy były odtwarzane bez większego problemu w nowych odtwarzaczach i stacjach DVD.

Skrót DVD, zgodnie z pierwotnym przeznaczeniem, rozszyfrowywano jako

Digital Video Disc. Obecnie, gdy podobnie jak w przypadku dysku CD, o stworzyły się szerokie możliwości innego wykorzystania, DVD interpretuje się jako Digital Versatile Disc (Versatile – w s z e c h - stronny)

Przed omówieniem tych możliwości, należy się zapoznać ze szczegółami technicznymi

Szczegóły techniczne

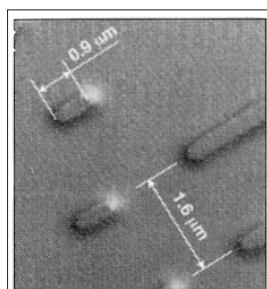
Budowa dysku DVD w pierwszym przybliżeniu jest podobna do popularnego dysku CD. Identyczne są wymiary zewnętrzne: średnica i grubość. Dla większości dociekliwych Czytelników EdW najważniejsze będzie pytanie: w jaki sposób udało się zwiększyć pojemność płyty o średnicy 12cm z 650MB do 4700MB (4,7GB). Odpowiedź można znaleźć na **rysunku 1**. Lewy rysunek pokazuje w dużym powiększeniu rozmieszczenie pitów na powierzchni dysku CD. Prawy rysunek pokazuje w tej samej skali powierzchnię dysku DVD.

Jak z tego widać, radykalne zwiększenie pojemności uzyskano przez zmniejszenie wymiarów pitów i zagęszczenie ścieżek. Czy tylko?

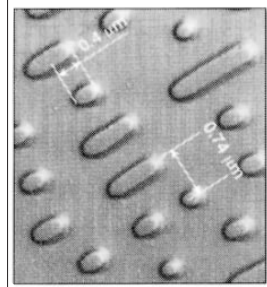
Nie tylko. Dla zapewnienia niezawodnego odczytu danych, stosuje się specjalne kody korekcyjne. Najprostszym przykładem jest dodanie do każdego 8 bitów, dodatkowego dziewiątego bitu, którego wartość zależy od liczby jedynek w bajcie (chodzi o to, by całkowita liczba jedynek w każdej takiej dziewięciobitowej porcji bitów była, powiedzmy, parzysta). Taki najprostszy sposób jest stosowany przy przesyłaniu informacji przez łącze szeregowe komputera. Ten sposób nie jest jednak zbyt dobry, bo co najwyżej pozwala stwierdzić przy odbiorze, że nastąpiło przekłamanie (i to nie zawsze).

Opracowano znacznie lepsze sposoby (algorytmy) kodowania pozwalające nie tylko stwierdzić wystąpienie błędu, ale też go skorygować. Oczywiście wymaga to dodania do zapisywanych (lub przesyłanych) danych, nadmiarowej informacji (redundancja), która przy odczycie posłuży do skorygowania ewentualnych błędów. W standardzie CD ta nadmiarowa informacja stanowi około 25% informacji użytecznej. Natomiast w systemie DVD stanowi jedynie około 15%. To również w zauważalnym stopniu zwiększa użyteczną pojemność dysku.

Na pierwszy rzut oka wydawałoby się, iż maksymalną gęstość upakowania pitów wyznacza jedynie dokładność pozycjonowania głowic odczytujących, które cały czas muszą być prowadzone precyzyjnie wzdłuż aktualnie odczytywanej ścieżki. Sprawa jest jednak znacznie ciekawsza. Owszem, konieczne jest zapewnienie niezawodnego śledzenia ścieżki. Nie polega to jednak na bezwzględnej precyzji mechanicznej prowadzenia głowicy. Przecież żaden mechanizm nie zapewni wymaganej dokładności prowadzenia głowicy, wynoszącej poniżej 1µm. Nie miałoby to zresztą sensu,



(1) CD



(2) DVD

Rys. 1. Gęstość zapisu na płytach CD i DVD





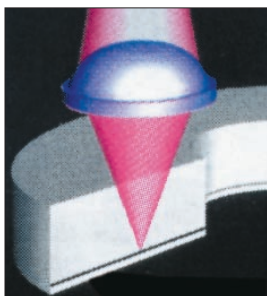
bo nie sposób również zapewnić idealnie centrycznego umieszczenia w mechanizmie odtwarzacza dysku z podobną dokładnością. O idealne prowadzenie głowicy odczytującej wzdłuż ścieżki dba specjalny układ serwomechanizmów, współpracujący z układem odczytującym głowicy. Minimalne odchylenie głowicy od właściwego położenia powoduje zmianę sygnału optycznego w kilkuelementowej fotodiodzie odczytującej i zadziałanie miniaturowych elektromagnesów, które na bieżąco, podczas odtwarzania korygują położenie głowicy.

W razie większych wstrząsów, gdy układ zgubi jednak właściwą ścieżkę, układ sterujący na podstawie zapisanych na płycie informacji o ścieżkach potrafi odnaleźć zgubioną pozycję.

Ale precyzja mechaniczna i zdolności śledzenia ścieżki to nie wszystko. W grę wchodzi tu bowiem właściwości optyczne.

Do odczytu płyty wykorzystuje się laser. W starszych odtwarzaczach CD był to laser wytwarzający promieniowanie podczerwone. Obecnie niektóre odtwarzacze zawierają lasery świecące światłem czerwonym. W każdym razie długość fali świetlnej współczesnych odtwarzaczy jest nie krótsza niż 780nm. Trzeba pamiętać, że te 780nm to 0,78μm, czyli długość większa, niż odstęp ścieżek płyty DVD (wynoszący 0,74μm)! Zasada odczytu informacji z płyt CD i DVD polega na tym, że światło lasera zostaje skupione przez odpowiedni układ optyczny (soczewki) dokładnie na powierzchni czynnej płyty (która jest położona za przezroczystą warstwą ochronną). Światło to odbija się od tej powierzchni, bądź rozprasza się w miejscu wgłębień – pitów. Ilustruje to **rysunek 2**. Przy okazji wyjaśnia on, dlaczego drobne zarysowania powierzchni płyty nie przeszkadzają w odczycie – promień lasera jest zogniskowany dopiero na wewnętrznej warstwie czynnej, natomiast na powierzchni płyty plamka światła jest jeszcze dość duża.

Odbite światło jest rejestrowane przez wspomniany zespół fotodiod. Sygnał



Rys. 2. Ogniskowanie światła lasera na warstwie czynnej

elektryczny z tych fotodiod niesie zarówno informację odczytaną z dysku, jak również pozwala serwomechanizmom na bieżąco utrzymywać głowicę nad ścieżką.

Problem w tym, że światło lasera ma być zogniskowane w małą plamkę o średnicy mniej więcej takiej, jak odstęp między kolejnymi ścieżkami. Plamka nie może być znacząco większa, bo odczytywane byłyby pity sąsiednich ścieżek. Kwestia zapewnienia na bieżąco właściwej odległości głowicy od wirującej powierzchni dysku (by zawsze plamka była optymalnie zogniskowana) to już inny problem, również związany ze wspomnianymi fotodiodami. Gorzej, że z pewnych zasad optyki wynika, iż nie sposób skupić promieniowania o pewnej długości fali w plamkę o średnicy mniejszej, niż (z grubsza biorąc) wynosi długość tej fali. Ograniczenie to nietrudno zrozumieć. Wynika z niego prosty wniosek, że do odczytu płyt DVD musi być użyty laser o krótszej fali świetlnej niż w odtwarzaczu CD.

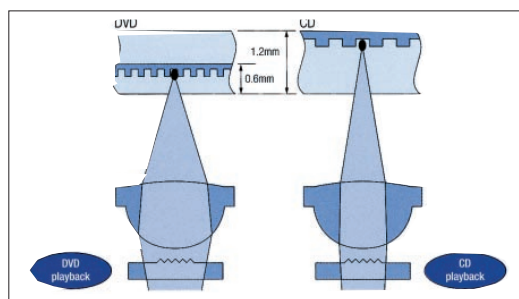
W odtwarzaczach DVD stosuje się czerwono świecące lasery, dające światło o długości fali 635...650nm.

Ta pobieżna analiza wskazuje, iż dalsze zwiększanie gęstości zapisu nie jest ograniczone dokładnością wykonania płyt czy odtwarzaczy, ale wymagałoby przede wszystkim zastosowania laserów o znacznie krótszej długości fali świetlnej, na przykład laserów niebieskich, bądź niebieskozielonych. Takie lasery nie weszły jeszcze na rynek – nadal są w fazie prób.

Rysunek 3 pokazuje różnicę w umieszczeniu warstwy czynnej w płycie DVD i płycie CD. Zmniejszenie grubości warstwy ochronnej z 1,2 do 0,6mm ma pewien wpływ na uzyskanie dobrego ogniskowania strumienia świetlnego. Są to jednak szczegóły dość skomplikowane i mające mniejsze znaczenie.

Ważniejsze jest tu co innego.

Pokazane na rysunku 1 zagęszczenie ścieżek i zmniejszenie wymiarów pitu jest najważniejszą nowością w płycie DVD. Dzięki zmniejszeniu grubości warstwy ochronnej, płytę DVD można zapisać dwustronnie! Pozwala to zwiększyć pojem-



Rys. 3. Umieszczenie warstwy czynnej w płytach CD i DVD

ność dwukrotnie, do ponad 9 gigabajtów. Ilustruje to **rysunek 4**.

Płytą DVD składa się więc jakby z dwóch sklejonych ze sobą płyt, każda o grubości 0,6mm.

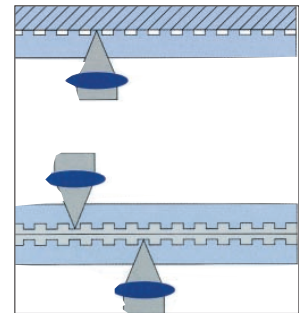
Taka symetryczna budowa płyty DVD jest też zaletą, bowiem ewentualne zmiany temperatury czy innych czynników nie będą powodować odkształcania płyty.

Ale to jeszcze nie wszystko.

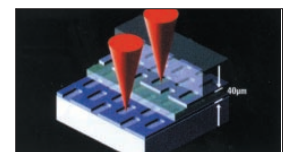
Do odtwarzania dysków wykorzystuje się strumień światła lasera, skupiony do granic możliwości w małą plamkę. Jak pokazują rysunki 2 – 4, strumień światła tworzy stożek. Odczytywane pity muszą znajdować się dokładnie w wierzchołku tego stożka. Jeśli byłyby oddalone bliżej lub dalej, duża plama światła nie będzie w stanie odczytać pojedynczych pitów.

Właśnie tę właściwość wykorzystano do dalszego niemal dwukrotnego zwiększenia pojemności krążka DVD. Zastosowano mianowicie dwie warstwy czynne, umieszczone w odległości 40μm od siebie. Pokazuje to **rysunek 5**. Pierwsza warstwa (bliższa powierzchni) jest półprzepuszczalna. Dzięki temu można odczytać także drugą warstwę, położoną głębiej. Wszystko zależy od tego, na której warstwie zostanie zogniskowany promień lasera. W ten „prosty” sposób w płycie DVD uzyskuje się cztery warstwy (patrz **rysunek 6**), a całkowita pojemność sięga 17 gigabajtów.

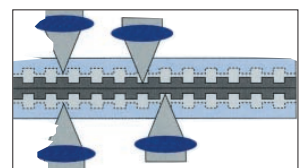
Powyższe informacje mogą rzeczywiście budzić podziw nad pomysłowością tych, którzy są twórcami płyty DVD i sprzętu do jej odtwarzania. Oto gęstość zapisu sięgnęła do granicy wyznaczonej przez długość fali światła lasera odczytującego. Wprowadzenie dwóch warstw czynnych na każdej stro-



Rys. 4. Jednostronna i dwustronna płyta DVD



Rys. 5. Budowa płyty dwuwarstwowej



Rys. 6. Płyta dwustronna dwuwarstwowa



nie płyty niewątpliwie utrudniło i pogorszyło warunki pracy głowicy odczytującej. Postawiło to przed konstruktorami wyższe wymagania: by z sygnału słabszego niż w odtwarzaczu CD uzyskać niezawodny odczyt – jak wspomniano wcześniej – jeszcze bardziej niezawodny.

Podsumujmy wiadomości o pojemności krążka DVD:

Na jednej warstwie można zapisać około 4,7GB informacji. Na czterech warstwach daje się zapisać ponad 17 gigabajtów.

Nie znaczy to, że wszystkie płyty DVD będą mieć pojemność ponad 17 gigabajtów. Będą „zwykłe” płyty DVD o pojemności 4,7GB. Będziemy spotykać płyty o pojemności około 9GB, mające dwie warstwy czynne: dwustronne jednowarstwowe oraz jednostronne dwuwarstwowe. Dopiero płyty dwustronne dwuwarstwowe będą mieć maksymalną pojemność kilkunastu GB.

Trzeba przy tym pamiętać, że do zapisu filmu o czasie trwania 135 minut z powodzeniem wystarczy jedna warstwa. I to na tej jednej warstwie oprócz obrazu – pełnometrażowego filmu, zawarta będzie również ścieżka dźwiękowa. Ta ścieżka dźwiękowa to pięciokanałowy (plus dodatkowy kanał subwoofera) dźwięk w cyfrowym systemie surround o jakości nie gorszej, niż płyta kompaktowa (ewentualnie do siedmiu kanałów stereofonicznych). Do tego jeszcze dialogi (monofoniczne) w kilku językach oraz napisy w dalszych kilkunastu czy kilkadziesiąt. I wszystko to zapisane na jednej warstwie, z wykorzystaniem 4,7GB informacji.

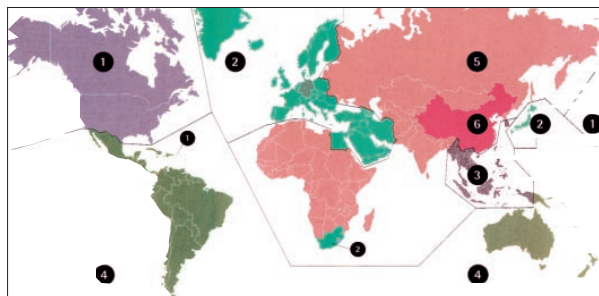
Jak z tego wynika, płyta zawierająca cztery warstwy może zmagazynować ponad 8 godzin filmu, czyli albo cztery filmy pełnometrażowe, albo jeden film, ale z różnymi opcjami rozwoju akcji, bądź z zapisem obrazu z różnych kamer.

Film

W systemie DVD stosuje się zaawansowany sposób kompresji obrazu, zwany MPEG-2. Po tej kompresji ilość zapisanej na płycie informacji jest około 30 razy mniejsza, niż ilość informacji w „surowym” cyfrowym sygnale wideo. Pomimo tak ogromnego zmniejszenia ilości informacji, jakość obrazu jest bardzo dobra. Rozdzielczość obrazu wynosi 720 x 480 punktów, czyli lepiej niż w komputerowym monitorze z kartą VGA i znacznie lepiej, niż rozdzielczość obrazu z najlepszego magnetowidu VHS.

Szczegóły techniczne zapisu obrazu o wręcz studyjnej jakości to jedno, a specyfika rynku to drugie. Producenci

filmów dbając o swe interesy wprowadzili specjalne kody dla płyt DVD z filmami. Chodzi o to, by na przykład filmy na płytach DVD, wypuszczane w pierwszej kolejności na rynek amerykański nie trafiły na inne rynki w tym czasie, gdy dane filmy wyświetlane są w kinach. Cały świat podzielono na sześć regionów czy stref – pokazano je na rysunku 7. Płyty



Rys. 7. Kody regionalne

przeznaczone dla każdej ze stref będą zawierać specjalny kod (regionalny). Odtwarzacze sprzedawane w tych strefach będą mogły odtwarzać tylko płyty z odpowiednim kodem regionalnym. Ma to zapobiec piractwu. W tym kontekście na uwagę zasługuje przydzielenie Chinom, światowemu liderowi w zakresie piractwa wszelakich nagrań audio, wideo i programów komputerowych, oddzielnego kodu regionalnego. Polska, jak i cała Europa ma kod regionalny 2.

Na marginesie można wspomnieć, że w prasie zachodniej ukazały się już pierwsze oferty sprzedaży przystawek „łamiących” zabezpieczenie kodem regionalnym. A wszystko to dzieje się w czasie, gdy DVD dopiero zaczyna zdobywać rynek.

DVD-Audio

Dźwięk towarzyszący filmom zapisanym na DVD ma jakość odpowiadającą jakości płyty CD, przy czym dostępne są (w zależności od systemu) 5 do 7 oddzielnych kanałów dźwiękowych, które albo mogą zawierać dźwięk dookólny w systemie surround, albo zawierać niezależne stereofoniczne nagrania. Dzięki zaawansowanej kompresji dźwięku (systemy MPEG-Audio i AC-3) te wszystkie kanały wymagają mniej więcej tyle informacji, co jeden stereofoniczne nagranie na płycie CD, wykorzystującej tzw liniową modulację PCM.

Dostępna pojemność dysku DVD wywołała także zainteresowanie producentów nagrań audio. Pojawiły się pierwsze płyty DVD zawierające wyłącznie nagrania audio. Płyty kompaktowe (CD) mają zapis cyfrowy przy

częstotliwości próbkowania wynoszącej nieco ponad 44kHz, a rozdzielczość wynosi 16 bitów. Daje to dynamikę ponad 90dB w paśmie częstotliwości do 20kHz. Nowe płyty DVD-Audio mogą być zapisywane z różnymi prędkościami próbkowania, od 48kHz do 96kHz, i z rozdzielczością 16-, 20- lub 24-bitową. Daje to jakość jeszcze lepszą, niż płyta kompaktowa.

Subtelne różnice jakości dostrzegą zapewne tylko koneserzy, dla przeciętnego słuchacza już płyta kompaktowa ma znakomitą jakość.

W każdym razie jedna warstwa na płycie DVD może zawierać 9...55 godzin muzyki doskonałej jakości. Czas odtwarzania zależy będzie od przyjętej częstotliwości próbkowania, rozdzielczości i zastosowanego sposobu kodowania.

DVD-ROM, DVD-R, DVD-RAM, DVD-RW

Olbrzymia pojemność cyfrowego dysku DVD w naturalny sposób predestynuje go do zastosowań komputerowych. Także w naszym kraju można bez problemu kupić napędy DVD-ROM, a należy się spodziewać, że z czasem staną się one powszechne we wszelkich zastosowaniach multimedialnych.

Zapowiadane są także nagrywarki płyt DVD-R. Z oczywistych względów płyty takie nie mogą być zapisywane cztero-warstwowo, a jedynie dwuwarstwowo, więc uzyskana pojemność będzie mniejsza niż połowa pojemności maksymalnej. Ale i tak przy zapisie dwustronnym uzyska się ponad 8GB pojemności.

O ile z fabrycznie zapisywanymi dyskami DVD-ROM i płytami zapisywalnymi jednokrotnie DVD-R sprawa jest prosta i klarowna, o tyle z płytami umożliwiającymi wielokrotny zapis i kasowanie informacji, rzecz wygląda inaczej. I wcale nie chodzi wyłącznie o trudności techniczne.





DVD • DVD • DVD • DVD • DVD • DVD • DVD • DVD • DVD • DVD • DVD • DVD

Standard dla płyt wideo, audio, DVD-ROM i DVD-R został przez wszystkich zainteresowanych przyjęty bez zastrzeżeń. Natomiast jeśli chodzi o płyty wielokrotnie zapisywalne, pojawiły się dwie koncepcje. Sony, Philips i Hewlett-Packard promują swoją odmianę nazwaną DVD-RW o pojemności do 3GB, natomiast Panasonic twierdzi, iż tylko jego płyty DVD-RAM o pojemnoś-

ci do 4,7...5,2GB mają prawo nosić logo DVD. Zobaczymy, która odmiana utrzyma się na rynku.

Podsumowanie

Płyty DVD mają ogromną szansę upowszechnić się na rynku. Ogromna pojemność przy zaawansowanych sposobach kodowania umożliwia zapisanie nieprawdopodobnie dużych ilości infor-

macji. Uzyskana jakość obrazu i dźwięku jest więcej niż dobra. Należy się spodziewać, że ceny zarówno płyt DVD, jak też odtwarzaczy i komputerowych stacji DVD-ROM będą szybko spadać, i wtedy również każdy Czytelnik EdW wykorzysta w swym domu te nowoczesne wytwory myśli ludzkiej.

(red)