



Produkcja płyt wielokrotnego zapisu DVD±RW

M. Gomoła^a, S. Salah Alldin^a, B. Sapińska^a, J. Konieczny^b, J. Wiśniewska^c

^a Studentki Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

email: martynagomola@gmail.com, sarasalahalldin@gmail.com, beata.sapinska92@gmail.com

^b Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych

email: jaroslaw.konieczny@polsl.pl

^c Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Technologii Procesów Materiałowych, Zarządzania i Technik Komputerowych w Materiałoznawstwie

email: justyna.wisniewska@polsl.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono proces technologiczny płyt wielokrotnego zapisu DVD±RW, wykorzystywane w nim materiały, sposób zapisu i usuwania danych, badania jakości wytworzonych produktów oraz zagrożenia związane z wykorzystywanymi metodami podczas produkcji oraz materiałami. Dokonano także porównania powierzchni tłoczonych płyt DVD i płyty DVD±RW na mikroskopie skaningowym.

Abstract: The paper presents the technological process of rewritable discs DVD±RW, materials used to make them, how to record or delete data, research quality of the manufactured products and the risks associated with the methods used in the production and materials. There has also been comparison embossed surface DVDs and DVD ± RW on scanning electron microscope.

Słowa kluczowe: płyta DVD, budowa płyt DVD±RW, zapis informacji, proces technologiczny, badania jakości, zagrożenia wynikające z produkcji płyt DVD±RW

1. WSTĘP

Płyta DVD (ang. *Digital Versatile Disc* – cyfrowy dysk wielozadaniowy lub dysk cyfrowy wielorakiego zastosowania) jest nośnikiem informacji, który w swej podstawowej konstrukcji jest zbliżony do CD, jednak posiada znacznie większą pojemność informacyjną. Dzięki zwiększonej pojemności pozwala na zapis cyfrowy skompresowanego filmu pełnometrażowego. Zwiększoną pojemność dysku DVD w stosunku do CD uzyskuje się dzięki stosowaniu do odczytu lasera krótszej długości fali świetlnej tzn.: 635 lub 650 nm zamiast 780 nm, co pozwala na zmniejszenie wymiaru pitów i odstępów między nimi, a także na

zmniejszenie odległości między kolejnymi zwojami spirali. Dzięki temu zabiegowi udaje się zwiększyć pojemność zapisanej informacji z 650 MB dla płyty CD do 4,7 GB na jednostronnej jednowarstwowej płycie DVD przy tej samej średnicy dysku równej 12 cm. Standard płyt DVD przewiduje dyski jednostronne i dwustronne. Po każdej stronie może być jedna lub dwie warstwy nośnika. Wtedy pojemność całego dysku odpowiednio wzrasta.

Odczytu na płytach DVD dokonuje się tzw. metodą CLV (ang. *Constant Linear Velocity*) – ze stałą prędkością liniową przesuwu wiązki laserowej względem ścieżki. Głowica odczytująca porusza się wzdłuż promienia płyty. Płyta jest obracana ze zmienną prędkością, zależną od położenia głowicy. Poniżej w tablicy 1 zestawiono porównanie podstawowych parametrów płyty DVD z płytą CD [1].

Tablica 1. Porównanie parametrów płyt CD i DVD [1]

Table 1. Comparison of the properties of CD and DVD [1]

	CD	DVD
Średnica dysku	120 mm	120 mm
Grubość krążka	1,2 mm	1,2 mm
Struktura krążka	Krążek poliwęglanowy	Dwa krążki poliwęglanowe
Długość fali lasera	780 nm (podczerwony)	650 i 635 nm (czerwony)
Skok ścieżki	1,6 μm	0,74 μm
Najmniejsza długość pitu/landu	0,833÷0,972 μm	0,4÷0,44 μm
Maksymalna długość pitu/landu	3,054÷3,560	1,87÷2,13 μm
Warstwa danych	Jedna	Jedna lub dwie
Pojemność	650 Mb	4,38÷15,9 Gb

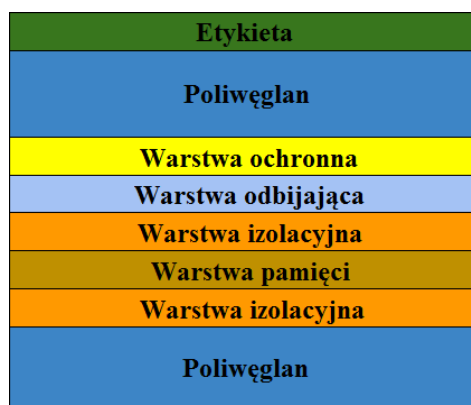
2. BUDOWA PŁYTY WIELOKROTNEGO ZAPISU

Dysk DVD+RW składa się z dwóch sprasowanych ze sobą poliwęglanowych substratów (podkładów) o grubości 0,6 mm każdy. Pierwszym rodzajem płyty DVD jest płyta jednostronna jednowarstwowa. Jeden substrat ma budowę taką jak płyta CD, a drugi jest pusty, tzn. zawiera tylko warstwę poliwęglanu i ewentualnie warstwę z etykietą. Ten rodzaj dysku DVD pozwala na zapisanie do 4,7 GB informacji. Kolejnym krokiem w celu zwiększenia pojemności płyty DVD jest sklejenie ze sobą dwóch substratów jednostronnych jednowarstwowych podłożami do siebie. Odczyt całej zawartości płyty dwustronnej wymaga odwrócenia dysku lub następuje dzięki zastosowaniu dwóch laserów: jeden czyta górną stronę („od góry”), a drugi spodnią („od dołu”). Maksymalna pojemność takiej płyty wynosi 9,4 GB. W celu dalszego zwiększania pojemności płyt DVD zastosowano zapis dwuwarstwowy. Budowa tej płyty różni się od płyty jednostronnej wielowarstwowej tym, że posiada ona dwie warstwy aluminium w jednym substracie, oddzielone od siebie warstwą półprzezroczystego tworzywa o grubości ok. 40 μm . Głowica laserowa ogniskuje się na zewnętrznej lub wewnętrznej warstwie nośnika. Specjalny układ automatycznie wzmacnia ilość światła odbijającego od spodniej warstwy, dzięki czemu uzyskuje się jednakowe poziomy sygnałów z obu warstw. Dwuwarstwowa płyta jednostronna pozwala na zapisanie do 8,5 GB danych. W celu maksymalnego zwiększania pojemności standard płyt DVD przewiduje rozwiązanie z dwoma stronami dwuwarstwowymi. To rozwiązanie pozwala na zapisanie do 17 GB danych. Opracowano rozwiązanie, które lata temu doprowadziło do innowacji zapisu danych.

Są to płyty DVD±RW, które pozwalają na zapisywanie i późniejsze kasowanie danych bez niszczenia nośnika danych.

Płyta każdego rodzaju ma grubość 1,2 mm oraz średnicę 12 cm lub 8 cm. Są to wymiary identyczne, jak w przypadku masowo tłoczonych nośników. Czyste płyty DVD±RW składają się z kilku warstw (rys. 1):

- materiału nośnego – podstawą płyty jest krążek wykonany z poliwęglanu. Jest to transparentne, bezbarwne tworzywo, wykazujące się dużą odpornością na działanie temperatury (od $-40 \div 130^{\circ}\text{C}$);
- warstwy pamięci – w przypadku płyt CD-R i DVD-R składa się ona z materiału organicznego. W płytach CD i DVD wielokrotnego zapisu oraz płytach Blu-ray warstwa pamięci wykonana jest ze stopów metali [1]. Płyty DVD±RW wykorzystują stopy AIST, w skład których wchodzi niewielkie ilości srebra (Ag) oraz indu (In), antymonu (Sb) i telluru (Te) [2]. Warstwa ta dysponuje specjalnymi właściwościami fizycznymi, może wielokrotnie zmieniać stopień przepuszczalności światła. Promień lasera może czynić ją przezroczystą lub pochłaniającą światło, dzięki czemu warstwa ta może przechodzić z jednego stanu w drugi (z zapisu do odczytu) [3].



Rysunek 1. Budowa płyty wielokrotnego zapisu [1]

Figure 1. Construction of rewritable disc [1]

Czyste płyty składają się z kilku warstw:

- warstwy izolacyjnej – wykonanej z ZnS-SiO_2 , służy do izolacji ciepła, które powstaje podczas zapisu,
- warstwy odbijającej światło – wykonanej z aluminium, srebra lub złota,
- warstwy ochronnej – tę warstwę mają tylko płyty CD i DVD. Wytworzona jest ona z twardego lakieru.
- etykiet – na samym wierzchu płyty pojawia się nadruk – etykieta. W przypadku płyt z możliwością zadrukowania na drukarce atramentowej jest to specjalny biały lakier, na którym atrament szybko wysycha [1].

2.1. Poliwęglan

Poliwęglan to tworzywo, które posiada dość dobre mechaniczne, optyczne i termiczne właściwości, dzięki czemu znajduje różnorodne zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu

[4]. Poliwęglan jest odporny na działanie temperatury, uderzenia i charakteryzuje się dobrymi własnościami optycznymi. Jest bardzo trwałym materiałem. Ma wysoką odporność na uderzenia, ale posiada niską odporność na zarysowania. Jako polimer jest przezroczysty i posiada wysoki stopień transmisji światła (powyżej 90%). W przeciwieństwie do większości tworzyw termoplastycznych, poliwęglan może ulegać dużym odkształceniom plastycznym bez pękania lub łamania [5]. Wyroby z tego tworzywa mogą pracować w temperaturze $-40\div 130^{\circ}\text{C}$, posiadają małą chłonność wody, dobrą stabilność cieplną i są obojętne fizjologicznie [6]. Głównym zastosowaniem poliwęglanu jest produkcja płyt kompaktowych, DVD i Blu-ray. Dyski te są produkowane przez formowanie wtryskowe poliwęglanu do wnęki formy [5].

2.2. Kompozyty tlenkowe typu ZnS-SiO_2

ZnS-SiO_2 jest materiałem o dobrych właściwościach izolacyjnych, a powłoka z niego wytworzona ma za zadanie poprawienie odprowadzania ciepła z nośnika [1].

2.3. Aluminium

Aluminium należy do metali o bardzo dużym znaczeniu technicznym. Występuje w przyrodzie w bardzo wielu minerałach i jest trzecim (po tlenie i krzemie) pierwiastkiem pod względem udziału w skorupie ziemskiej. Jego główną rudą jest boksyt, z którego wytwarza się czysty tlenek Al_2O_3 , a następnie przez elektrolizę tlenku rozpuszczonego w stopionym kriolicie (fluoroglinian sodu), otrzymuje się aluminium hutnicze, które może być poddane dalszej rafinacji. Aluminium wytwarza się w 17 gatunkach o różnym stopniu czystości od 99,99% do 99,0%. Aluminium cechuje wysoka przewodność elektryczna – 37,74 MS/m, stanowiąca ok. 65% przewodności elektrycznej miedzi, oraz dobra przewodność cieplna. Przewodność elektryczna ulega znacznemu zmniejszeniu wraz ze zwiększeniem stężenia zanieczyszczeń i domieszek. Aluminium wykazuje dużą odporność na korozję. Na powietrzu pokrywa się cienką warstwą Al_2O_3 . Czysty glin odbija do 99% widzialnego światła i do 95% podczerwieni [8-9].

2.4. Srebro

Srebro jest materiałem bardzo ciągliwym i kowalnym (nieco twardszym od złota), z charakterystycznym metalicznym połyskiem, dającym się łatwo polerować. Ma największą ze wszystkich metali przewodność elektryczną. Czyste srebro ma największą przewodność cieplną, najjaśniejszą barwę i największy współczynnik odbicia światła wśród metali. Jest odporne na wiele kwasów organicznych oraz zasad. Stosuje się je w jubilerstwie, na monety oraz w elektrotechnice i elektronice [8].

2.5. Złoto

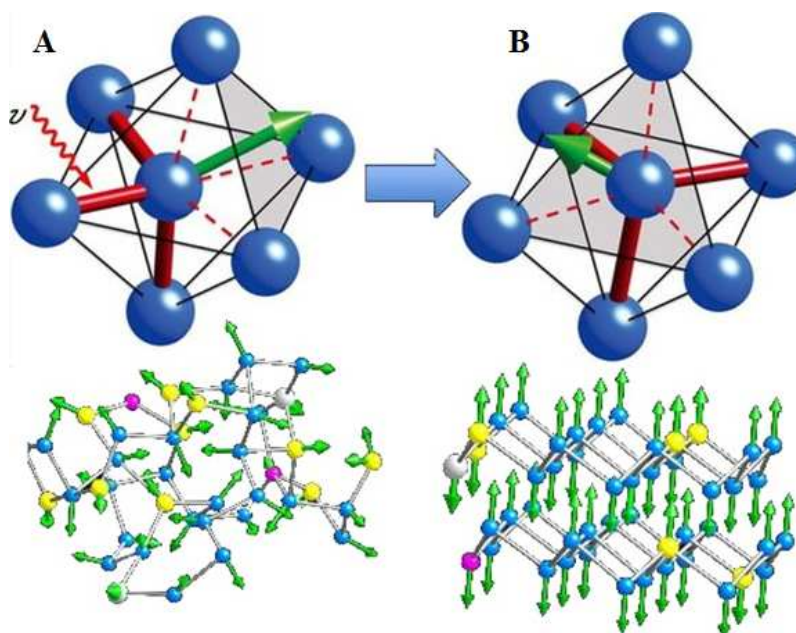
Złoto krystalizuje w sieci regularnej ściennie centrowanej typu A1. Ze względu na bardzo dużą plastyczność może być obrabiane plastycznie na zimno. Twardość Au jest jednak

niewielka – mniejsza od 20 HB, co wiąże się z bardzo małą odpornością złota na ścieranie. Złoto jest najbardziej kowalne spośród wszystkich metali; jeden gram złota może być rozbity na arkusz o powierzchni 1 m². Płatek złota może być rozbity do tego stopnia, że staje się półprzezroczysty. Przechodzące przez taki płatek światło jest zielono-niebieskie, ponieważ złoto silnie odbija żółte i czerwone składowe długości światła. Takie półprzezroczyste arkusze również silnie odbijają podczerwień [8-10].

2.6. Stopy AIST

Płyty DVD±RW wykorzystują stopy AIST, które są wykonane z niewielkich ilości srebra (Ag) oraz indu (In), antymonu (Sb) i telluru (Te). Wszystkie te pierwiastki odbijają światło, dlatego tafla DVD±RW przypomina lustro. Analizy pokazały, że w stopach AIST zmiana fazy rozpoczyna się na zewnątrz bitu, tam gdzie jest on połączony z otoczeniem krystalicznym, w kierunku do wewnątrz [2,11].

Metale z grupy AIST należą do grupy ciał amorficznych, co znaczy że ich struktura molekularna jest bardzo nieregularna i przypadkowa. Poniższy model przedstawia strukturę stopu AIST i kryształu. Struktura stopu jest nieregularna, natomiast w skutek działania lasera staje się uporządkowana (rys. 2) [11].



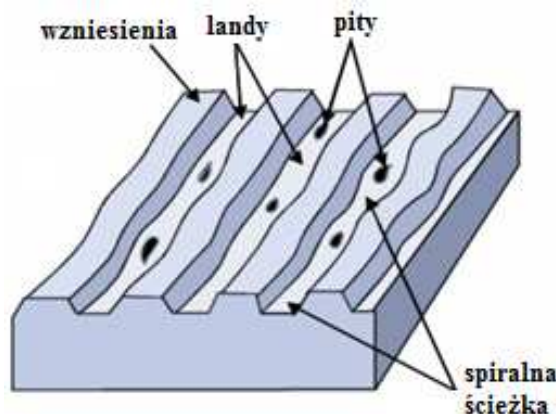
Rysunek 2. Porównanie struktury stopu AIST (A) i kryształu (B) [11]

Figure 2. Comparison of structure of AIST alloy and crystal [11]

3. ZAPIS INFORMACJI

Informacje na płytach DVD±RW zapisywane są w formie pitów, czyli mikroskopijnych zmatowień warstwy pamięci. Nagrywarki DVD zapisują dane za pomocą promieni lasera na

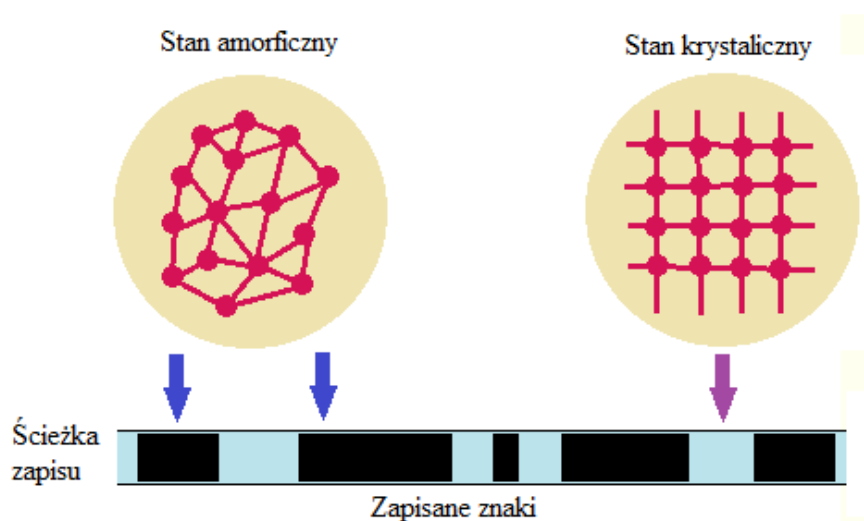
spiralnym rowku stworzonym podczas produkcji nośnika (rys. 3). Na nośnikach jednokrotnego zapisu promień lasera rozgrzewa warstwę pamięci płyty do 250°C i wywołuje w niej reakcję. W tych miejscach pozostaje wypalony znak, który jest rozpoznawany przez lasery odtwarzacza.



Rysunek 3. Zapis informacji na płycie DVD±RW [1]

Figure 3. Recording of information on DVD±RW disc [1]

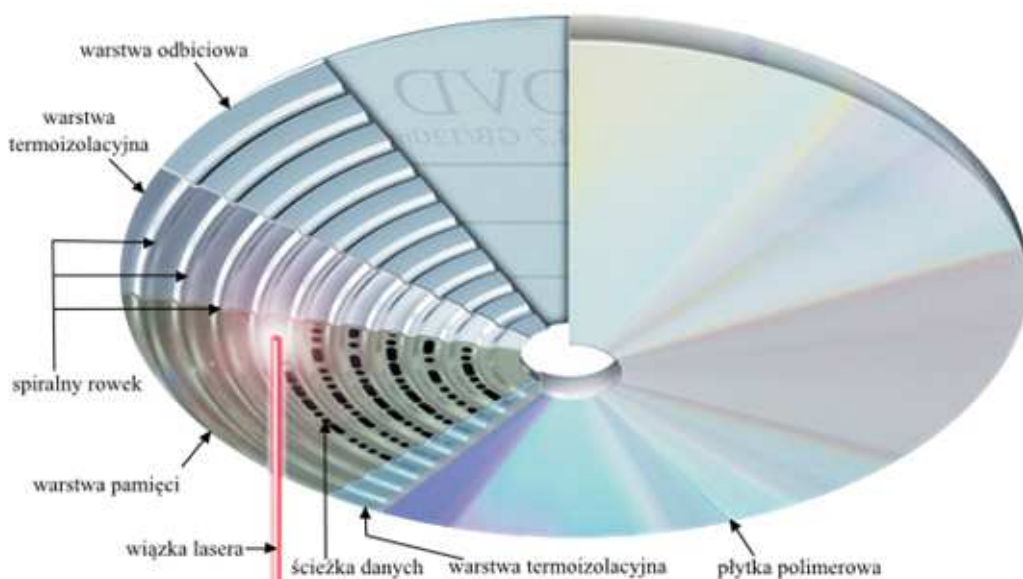
Na nośnikach wielokrotnego zapisu podczas zapisu unika się permanentnych wypaleń. Warstwa pamięci płyt RW zbudowana jest ze specjalnego stopu metali AIST, aby laser rozgrzał przeznaczone miejsce do zapisu danych do temperatury około 600°C, wskutek czego struktura amorficzna warstwy przekształca się w strukturę krystaliczną (rys. 4). Rozgrzane miejsca stają się matowe i mają inne własności refleksyjne (odbijają inaczej światło lasera), dzięki czemu mogą być optycznie rozróżnione. Aby skasować dane z nośnika należy podgrzać metal do około 200°C, po to żeby warstwa odzyskała połysk wracając w strukturę amorficzną [1,12].



Rysunek 4. Schemat zapisu informacji na płycie DVD±RW [1]

Figure 4. Diagram of data recording on DVD±RW [1]

Informacje zostają zapisane przy użyciu lasera na spiralnej ścieżce, przebiegającej od środka płyty na zewnątrz. Promień lasera nagrywarki zapisuje dane jako zera i jedynki (przy zerach laser jest wyłączony, a przy jedynkach włączony). Wypalone miejsca tworzą mikroskopijną, nieodbijającą światła plamkę na ścieżce danych (rys. 5). Podczas odtwarzania laser śledzi ścieżkę. Na podstawie różnic w odbiciu światła od powierzchni płyty rozpoznaje zapisane dane [13].



Rysunek 5. Zapis danych [14]

Figure 5. Data recording [14]

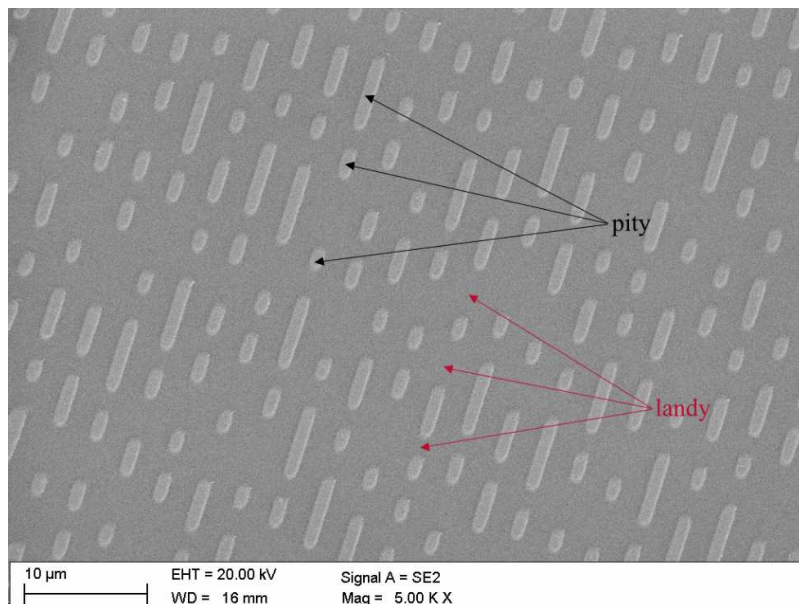
Duży wpływ na jakość zapisu ma prędkość wypalania. Badania wykazały, że dzięki wypalaniu płyty z szybkością niższą niż maksymalna, możliwe jest zmniejszenie liczby błędów, co skutkuje polepszeniem jakości zapisu.

Odczyt danych z płyty DVD±RW rozpoczyna się w jednostce lasera znajdującego się na ruchomych sankach. Generuje on promień lasera do systemu optycznego, który składa się z kilku soczewek i pryzmatów. Kieruje on promień lasera (długość dla płyty DVD±RW wynosi około 650 nm) na powierzchnię dysku optycznego. Równocześnie promień trafia przez półprzepuszczalne zwierciadło na czujnik regulujący siłę lasera. Ruchoma soczewka ogniskuje promień dokładnie na warstwie informacyjnej i koryguje położenie w ścieżce. Odbity od dysku promień lasera trafia do elementu odbiorczego, który stanowi fotodioda. Jej zadaniem jest przetworzenie zmiany jasności promienia światła na sygnały elektryczne [1,12-13].

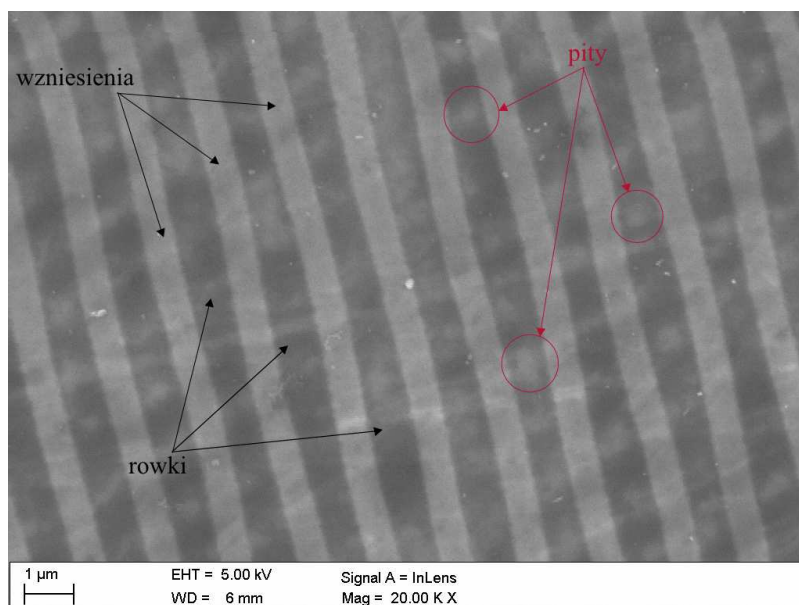
4. BADANIA WŁASNE

Badanie płyty DVD±RW wykonano na mikroskopie skaningowym ZEIS Supra 35 w powiększeniu x10000. Dla porównania wykonano badanie tłoczonego nośnika danych DVD.

Na nośniku tłoczonym DVD zaobserwowano bardzo wyraźne pity i landy odwzorowane od matki podczas produkcji (rys. 6). Na płycie DVD±RW dokładnie widać wzniesienia i rowki znajdujące się na powierzchni, natomiast pity i landy stały się wyraźne dopiero po zmianie kąta obserwacji. Po tym zabiegu można zaobserwować na zdjęciu (rys. 7) ścieżkę zapisu znajdującą się w spiralnym rowku.



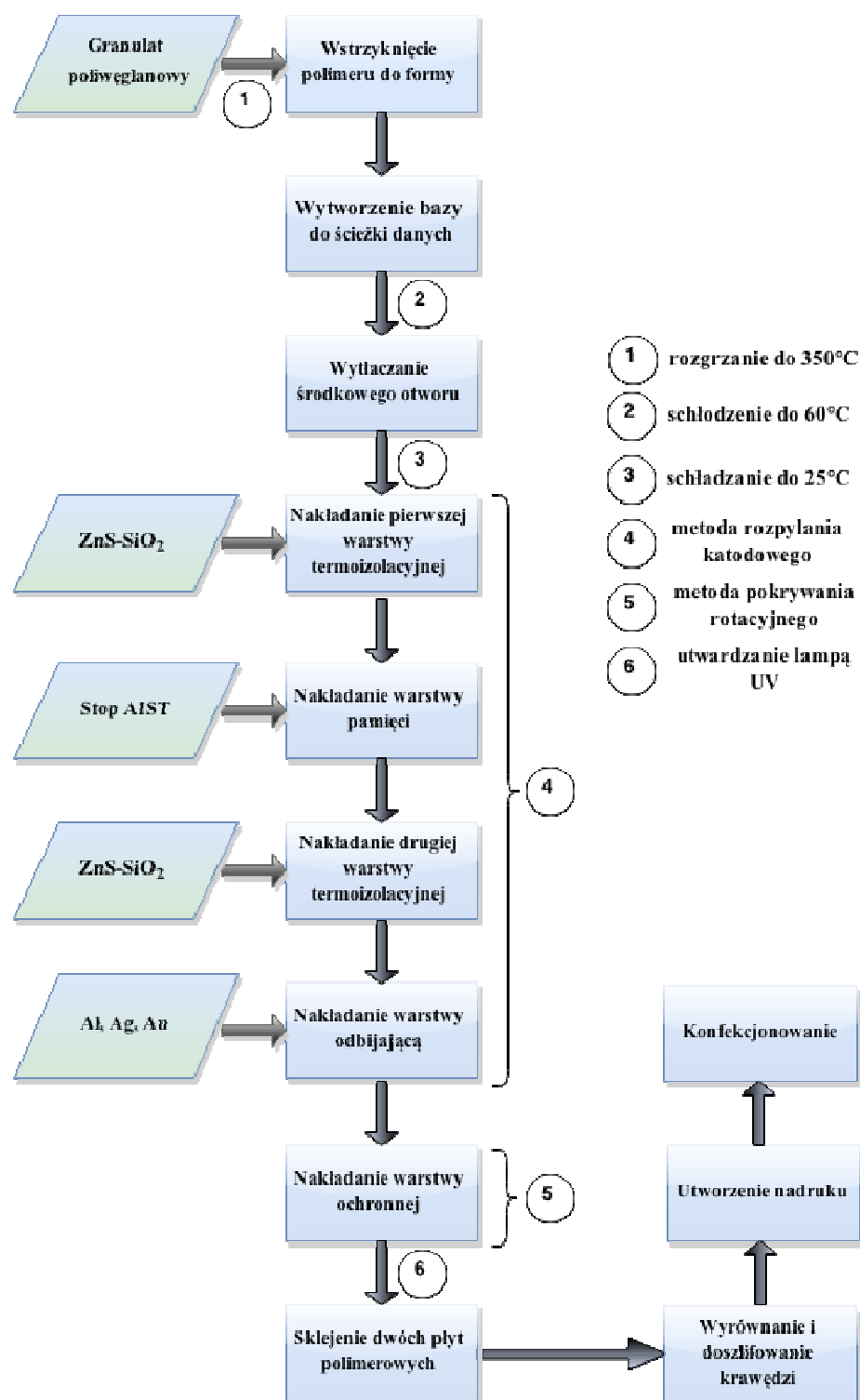
Rysunek 6. Struktura warstwy danych tłoczonej płyty DVD, (SEM, pow. 10000)
Figure 6. Structure of data layer of replicated DVD, (SEM, magnification 10000)



Rysunek 7. Struktura warstwy danych płyty DVD±RW, (SEM, pow. 10000)
Figure 7. Structure of data layer of DVD±RW, (SEM, magnification 10000)

5. SCHEMAT BLOKOWY PROCESU TECHNOLOGICZNEGO

Schemat blokowy produkcji płyty DVD±RW przedstawiono na rysunku 8.



Rysunek 8. Schemat blokowy produkcji płyty DVD±RW [12]

Figure 8. Block diagram of DVD±RW manufacturing [12]

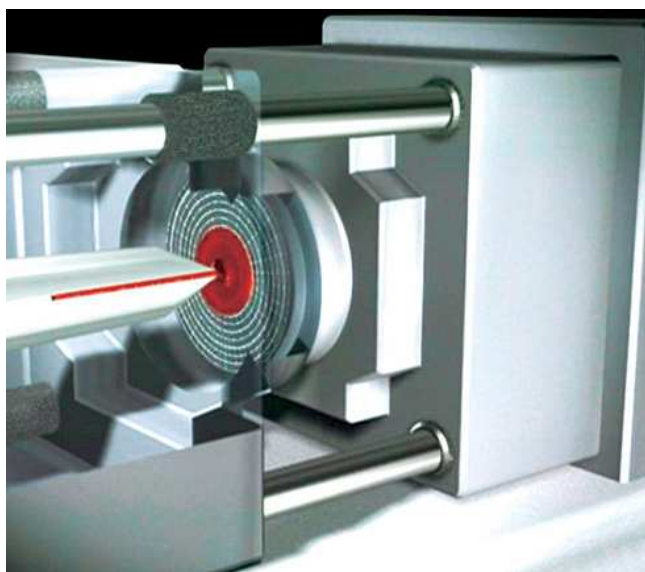
6. OPIS PROCESU TECHNOLOGICZNEGO PRODUKCJI PŁYT DVD±RW

Produkcja płyt DVD±RW jest procesem bardzo złożonym zawierającym sześć etapów:

- wytworzenie płyt polimerowych,
- nakładanie warstw przez rozpylanie katodowe,
- nakładanie warstwy ochronnej,
- połączenie płyt poliwęglanowych wraz z obróbką końcową,
- nadruk,
- konfekcjonowanie.

6.1. Tworzenie płyt polimerowych

Pierwszym podstawowym etapem produkcji jest stworzenie polimerowej płytki. Polega on na rozgrzaniu płynnego poliwęglanu do 350°C i wstrzyknięciu go do formy. Stamper odciska w materiale spiralny rowek, który jest bazą do ścieżki danych nagranych przez użytkownika płyty (rys. 9). Następnie schładza się płytę do 60°C i wytłacza środkowy otwór, płytę schładza się do 25°C przygotowując ją do dalszej obróbki. W przypadku DVD±RW obrabiany zostaje tylko jeden krążek, ponieważ jest to płyta jednowarstwowa, wielokrotnego użytku [12].



Rysunek 9. Tworzenie rowka w wytworzonej płycie poliwęglanowej [14]

Figure 9. Making the spiral groove on polycarbon disc [14]

6.2. Nakładanie warstw metodą rozpylania katodowego

W czterech osobnych komorach na płytę DVD±RW nakłada się kolejno warstwę termoizolacyjną, warstwę pamięci, warstwę termoizolacyjną i warstwę odbijającą, wykorzystując przy tym rozpylanie katodowe (rys. 10). W komorze próżniowej płyta zostaje zbombardowana jonami (różnią się one dla każdej warstwy), które powodują uwolnienie się cząstek metalu. Osiadają one wówczas na płytce poliwęglanowej tworząc warstwę [12].

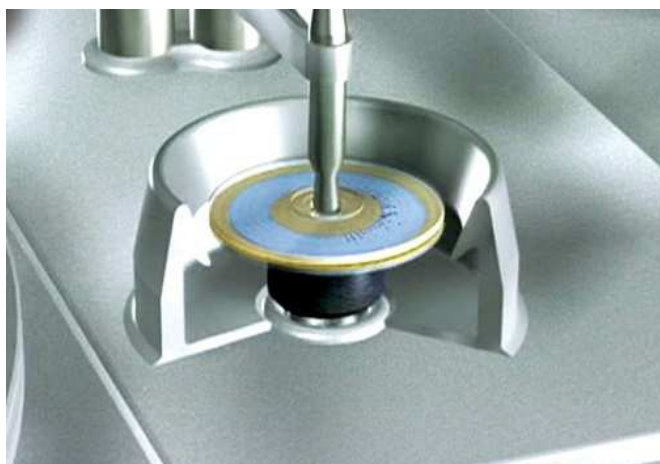


Rysunek 10. Rozpylanie katodowe [14]

Figure 10. Sputtering [14]

6.3. Nakładanie warstwy ochronnej

Warstwę ochronną nakłada się jako ostatnią za pomocą metody pokrywania rotacyjnego (rys. 11). Pompa dozująca (dyspenser) natryskuje lakier w pobliżu otworu centralnego na obracającą się ze stałą prędkością płytkę. Rozchodzi się on równomiernie po całej powierzchni, a następnie zostaje utwardzony za pomocą lamp UV [12].



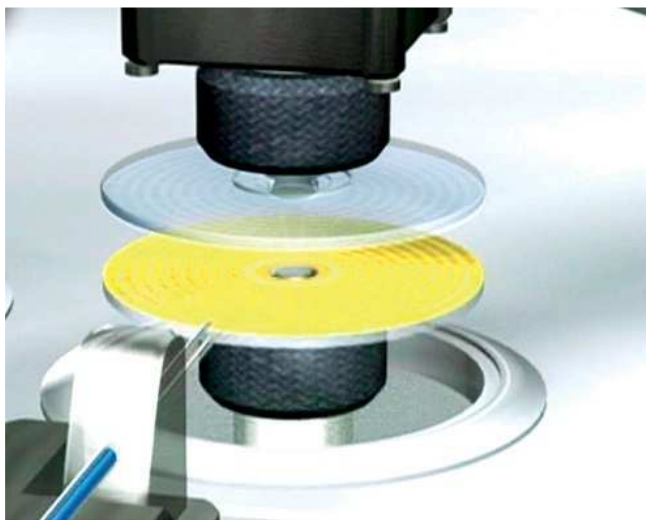
Rysunek 11. Pokrywanie rotacyjne [14]

Figure 11. Rotation encasing [14]

6.4. Łączenie i obróbka końcowa

W ostatnim etapie produkcji płyty skleja się ze sobą dwa poliwęglanowe krążki (rys. 12), które podlegają obróbce końcowej. Proces ten bazuje na wyrównaniu i doszlifowaniu

krawędzi, aby nie doprowadzały one do dyskomfortu podczas użytkowania i zniszczeń w sprzęcie elektronicznym [12].



Rysunek 12. Proces sklejania dwóch krążków poliwęglanowych [14]

Figure 12. The process of bonding two polycarbon discs [14]

6.5. Nadruk

Następnym krokiem jest nadruk, który można wykonać różnymi technikami w zależności od preferencji. Wyróżnia się:

- technikę sitodrukową,
- technikę offsetową,
- technikę ink-jet,
- technikę LightScribe.

Technika sitodrukowa zapewnia duże nasycenie i intensywność barw. Jakość nadruku wykonanego na maszynach do wysokorozdzielczego wielokolorowego sitodruku jest duża. Dzięki sitodrukowi w nadruku mogą być zastosowane kolory niemożliwe do uzyskania w innych technikach, jak kolor srebrny lub złoty. Metoda polega na przelewaniu farby przez specjalne siatki (sita). Na powierzchni sit znajdują się mikroskopijne otwory, przez które przelewa się farba tworząc odbitkę na płycie znajdującej się na spodzie sita. Po naniesieniu farby na powierzchnie płyt farba jest utwardzana promieniami UV.

Technika offsetowa pozwala na uzyskanie największej ostrości. Taki wydruk jest niezwykle realistyczny i dokładny. Jest to odmiana płaskiego druku, w której nadruk przenoszony jest na powierzchnię płyty z blachy drukarskiej za pomocą specjalnych gumowych wałków. Po naniesieniu farby na powierzchnie płyt farba jest utwardzana promieniami UV. Druk offsetowy przewyższa w końcowym efekcie druk sitodrukowy, ale jest droższy i stosuje się go przy wykonywaniu dużych nakładów płyt.

Technika ink-jet opiera się na wykonaniu atramentowego nadruku w wysokiej rozdzielczości na płytach. Niestety posiada wady – standardowy nadruk ink-jet nie jest nadrukiem trwałym, podczas użytkowania nośnika ulega ścieraniu i nie jest odporny na wilgoć. Aby zapobiec rozmywaniu się nadruku, do produkcji płyty stosuje się specjalne błyszczące dyski wodoodporne.

Technika LightScribe stosowana jest przy mniejszych nakładach i jest formą zdobienia płyt inną niż nadruk. LightScribe jest specyficzną technologią opierającą się na wypaleniu etykiety na specjalnie przygotowanych dyskach CD lub DVD±RW. Nośniki optyczne muszą wcześniej zostać pokryte warstwą z barwnikiem reagującym na działanie lasera (wiązkę podczerwieni o długości fali 780 nm). Umożliwia to nanoszenie na płytę grafiki lub tekstu przy pomocy lasera ze specjalnie do tego dostosowanej nagrywarki. Światło lasera wywołuje w warstwie zewnętrznej płyty zmianę koloru, a precyzję odwzorowania obrazu zapewnia kod zastosowany na wewnętrznym ringu nośnika [15,16].

6.6. Konfekcjonowanie

Konfekcjonowanie polega na przygotowaniu i wydruku etykiety wraz z instrukcją, a następnie zapakowanie całości. Płyty są wkładane przy pomocy automatycznych lub ręcznych linii produkcyjnych do opakowań. Po włożeniu etykiety i płyty do opakowania, automatyczne wysokowydajne foliarki zabezpieczają opakowanie. Na folię nakleja się odpowiednie naklejki reklamowe lub informacyjne, hologramy i kody kreskowe [17].

7. BADANIA JAKOŚCI

Podstawowym badaniem wykonywanym po produkcji DVD±RW jest weryfikacja. Polega na kilkukrotnym zapisaniu i usunięciu danych na nośniku. Badanie dokonuje się na wszystkich wyprodukowanych nośnikach danych [18].

W celu zapewnienia wysokiej jakości produktów płyt na rynku, firma PHILIPS utworzyła centralne laboratorium kontroli jakości w Eindhoven, Holandia. Każdy producent płyty musi usunąć dane z procesu weryfikacji jakości. Cechy produktu są starannie sprawdzane w stosunku do specyfikacji DVD±RW. Dopiero po przejściu tego testu, nośniki mogą być dopuszczone do sprzedaży [19].

8. WNIOSKI

1. Płyta DVD±RW jest podobna do płyty CD, ale charakteryzuje się siedmiokrotnie większą pojemnością. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu lasera o krótszej fali (mniejsza plamka światła), pozwala to na zmniejszenie szerokości ścieżki i gęstsze upakowanie pitów. Wraz z rozwojem zapisu informacji zwiększono pojemność do 17 GB, dzięki zastosowaniu czterech warstw odbijających z zapisaną informacją.
2. Producenci płyt DVD±RW zapewniają 30 lat trwałości danych zapisanych na nośniku. W praktyce źle przechowywane płyty o bardzo niskiej jakości już po kilku latach mogą ulec poważnym uszkodzeniom, a zapisane na nich dane staną się niemożliwe do odczytu.
3. DVD±RW była innowacyjnym zastosowaniem wśród płyt. Pozwalała nagrywać dane, przenosić je bez zamykania sesji nagrywania, następnie kasować z możliwością ponownego użycia nośnika. Jednakże ostatnimi czasy została wyparta z rynku przez dyski twarde zewnętrzne, pamięci USB oraz karty pamięci. Urządzenia te zapewniają większą pojemność w mniejszych gabarytach urządzenia, szybszy transfer przenoszenia danych oraz są trwalsze i łatwiejsze w użyciu. Płyty DVD±RW swojego czasu potrzebowały oprogramowania, aby wielokrotnie można było na niej modyfikować dane. Wprowadzenie nagrywarek DVD±RW ułatwiło nagrywanie danych na nośniku, tak samo jak na urządzeniach przenośnych zawierających pamięć nieulotną.

LITERATURA

1. M. Dobosz, T. Derk, Wykład V – Formaty DVD, <http://edu.pjwstk.edu.pl/wyklady/wspmu2/scb/index48.html> [dostęp z dnia: 20.10.2014].
2. E. Pardyka, Zasady odczytywania i zapis danych, <http://napedy.optyczne.w.interia.pl/06.html> [dostęp z dnia: 25.10.2014].
3. European Union: Naukowcy badają tajemnice struktur magazynowania danych, http://cordis.europa.eu/news/rcn/32941_pl.html [dostęp z dnia: 24.10.2014].
4. Autor anonimowy: DVD RW, <http://www.rage.raczejtak.org.pl> [dostęp z dnia: 18.10.2014].
5. Polplast: Instrukcja montażu płyt z poliwęglanu, (<http://polplast.pl/assets/files/katalogi/Instrukcja%20-%20Poliwegan%20PELNA.pdf>) [dostęp z dnia: 30.10.2014].
6. Praca zbiorowa: Polycarbonate, <http://www.extatico.es/extaticodoc/POLICARBONATO.pdf> [dostęp z dnia: 30.10.2014].
7. Instytut Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej Politechniki Wrocławskiej: Polimery, <http://www.immt.pwr.wroc.pl/~maciek/bk/MiBM/5-%20POLIMERY.pdf> [dostęp z dnia: 30.10.2014].
8. L.A. Dobrzański, Metaloznawstwo opisowe, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2013.
9. A. Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, Wydanie V, PWN, Warszawa, 2002.
10. Institute for Dynamic Educational Advancement (IDEA): Gold, <http://.webexhibits.org/causesofcolor/about.html> [dostęp z dnia: 2.11.2014].
11. R. Graczyk (red.), Dopiero teraz naukowcy wiedzą, jak działają płyty DVD, <http://technowinki.onet.pl/komputery/dopiero-teraz-naukowcy-wiedza-jak-dzialaja-plyty-dvd/b74ff> [dostęp z dnia: 2.11.2014].
12. A. Kwiatek, Technologia zapisu na dyskach DVD, www.anita_kwiatek.republika.pl [dostęp z dnia: 25.10.2014].
13. R. Kaminski (red.), Wszystko o budowie i wypalaniu, <http://www.komputerswiat.pl/jak-to-dziala/2010/05/wszystko-o-budowie-i-wypalaniu-plyt.aspx> [dostęp z dnia: 20.10.2014].
14. I. Bliznetsov (fot.), Galeria zdjęć, <http://www.komputerswiat.pl/jak-to-dziala/2010/05/wszystko-o-budowie-i-wypalaniu-plyt,3.aspx> [dostęp z dnia: 2.12.2014].
15. ©Audiowizualni.pl 2012, Proces produkcji płyt: Nadruk, <http://audiowizualni.pl/index.php/dystrybucja-filmu/nosniki-fizyczne/problematyka-dystrybucji-nosnikow-fizycznych/5877-proces-produkcji-plyt-etap-4-nadruk> [dostęp z dnia: 15.11.2014].
16. Digital Disc: Nadruk na płytach, <http://ddisc.pl/tlocznia/nadruki-na-plytach> [dostęp z dnia: 15.11.2014].
17. ©Audiowizualni.pl 2012, Proces produkcji płyt: Konfekcjonowanie, <http://audiowizualni.pl/index.php/dystrybucja-filmu/nosniki-fizyczne/problematyka-dystrybucji-nosnikow-fizycznych/5799-proces-produkcji-plyt-etap-5-konfekcjonowanie> [dostęp z dnia: 15.11.2014].
18. Sun Microsystems, Optical Disk Drive Test, <https://docs.oracle.com/cd/E19081-01/vts62/819-6456-10/cddvdtest.html> [dostęp z dnia: 18.11.2014].
19. B. Krause, Singulus technologies passes quality verification of PHILIPS DVD+RW disc, <http://www.singulus.com/en/press-news/press-releases/pressrelease/article/singulus-technologies-passes-quality-verification-of-philips-dvd-rw-disc/34.html> [dostęp z dnia: 18.1.2014].