
УДК 681.41:773.92

І. В. БАРАНОВСЬКИЙ, Л. О. ГУДЗОВСЬКА,
Р. І. МЕРВІНСЬКИЙ, О. О. ХОДОСЕВИЧ

**ПРИСТРІЙ ТА МЕТОДИКА
ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ДИФРАКЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
СТРУКТУРИ МІКРОРЕЛЬЄФУ ОПТИЧНИХ
ДИСКІВ**

Оптичні носії інформації (оптичні диски ОД) мають порівняно з магнітними, які широко використовуються в персональних ЕОМ, ряд переваг, а саме більшу щільність запису інформації (10^4 — 10^5 біт/мм²), архівоздатність, стійкість до зовнішніх впливів, термін експлуатації (не менше 10 р.).

В ОД злічування інформації здійснюються зфокусованим лазерним променем через об'єм оптично прозорого матеріалу підкладки (скляної або полімерної). В різних системах використовують гелій-несновий ($\lambda=632,8$ нм) або напівпровідникової ($\lambda=825$ нм) лазер.

За кордоном найбільше поширення отримали ОД типу WORM, які забезпечують однократне записування інформації і багатократне її відтворення [6]. В Українському поліграфічному інституті ім. І. Федорова разом із спеціалістами Мінського науково-дослідного приладобудівного інституту розроблені матеріали і технологія, які дають змогу виготовляти і тиражувати ОД типу WORM методом фотохімічного формування [3, 5] з використанням композицій на основі попередньо відвакуумованих олігокарбонатметакрилатів типу ОКМ-2 та олігоєфіракрилатів типу МДФ-2 [2, 4]. Крім основних компонентів в композиції вводяться зшиваючі олігомери типу ТГМ-3, а також фототвіниціатори. Готові композиції ретельно фільтрують.

Як згадано вище, злічування інформації проходить оптичним шляхом через підкладку ОД. До неї й до ОД в цілому ставляться жорсткі вимоги щодо стабільності оптичних властивостей матеріалу в процесі природного старіння — коефіцієнтів пропускання $T(\lambda)$ і заломлення n на довжинах хвиль лазерів, які використовуються.

При проходженні світла через підкладку ОД з мікрорельєфом (МР) спостерігається дифракція світла. Визначення дифракційної ефективності МР ОД або копій ОД може служити ефективним методом контролю їх якості.

Дифракційна ефективність є функцією, залежною від форми МР, коефіцієнта заломлення, і визначається таким співвідношенням:

$$n = \frac{I_1}{I_0} \cdot 100\%.$$

де I_1 — інтенсивність світла, яке розповсюджується у напрямку першого порядку дифракції світла, що має місце на МР; I_0 — інтенсивність падаючого світла.

На рис. 1 подана схема пристрою для визначення дифракційної ефективності МР ОД. Визначення дифракційної ефективності здійснюється методом прямого вимірювання інтенсивностей I_1 та I_0 за допомогою фотодіодів ФД-24К, які забезпечують пропорційність між струмом та інтенсивністю світла і мають малий темновий струм.

Принцип роботи пристрою такий. Промінь лазера 1 проходить через діафрагми 2 і падає на МР ОД 4. Промінь світла, що зазнав дифракції в напрямку дифракції першого порядку, спадає на фотодіод 5, за допомогою якого вимірюють інтен-

сивність випромінювання I_1 . Для вимірювання інтенсивності падаючого випромінювання частина його направляєється на фотодіод $5'$ за допомогою оптичної пластинки 3 . Величину струму фотодіода $5'$ необхідно поставити відповідно струму через фотодіод $5''$, який встановлений в площині копії ОД. Реалізація методу оцінки дифракційної ефективності виконується в два етапи: перший — підготовка до виконання вимірювань; другий — виконання вимірювань.

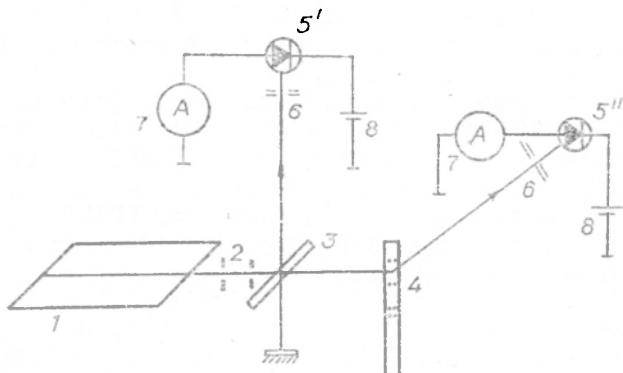


Рис. 1. Оптична схема пристрою для вимірювання дифракційної ефективності мікрорельєфу оптичних дисків: 1 — гелій-неоновий лазер ЛГН-207А; 2 — діафрагма; 3 — оптична пластинка; 4 — мікрорельєф оптичного диска; 5 — фотодіоди; 6 — бленди для попередження зовнішньої підсвітки фотодіодів; 7 — амперметр; 8 — блок живлення постійного струму.

На першому етапі в зібраній оптичній схемі замість ОД на жорстку оптичну лаву встановлюють фотодіод $5''$. При цьому активна поверхня фотодіода повинна бути перпендикулярна до падаючого променя, тобто відбитий від цієї поверхні промінь повинен співпасти з падаючим.

З допомогою оптичної пластинки 3 направляють лазерний промінь на фотодіод $5'$, також дотримуючись при цьому перпендикулярності активної поверхні фотодіода до падаючого променя. Змінюючи його орієнтацію, добиваються, щоб на екрані, встановленому за скляною пластинкою, промені, які відбилися від фотодіодів $5'$ та $5''$, сумістилися. Далі визначають взаємозв'язок струменів I_0' та I_0'' в ланцюгах фотодіодів $5'$ та $5''$, освітлених відповідно світловими потоками різної інтенсивності — відбитим від оптичної пластинки 3 і падаючим на площину ОД 4 . Ця операція проводиться з метою вимірювання вхідної інтенсивності лазерного променя по відбитій її частині. На підставі цих вимірювань будується калібрувальна крива. Після цього перекривають лазерний промінь і вимірюють фотоструми

I_p' та I_p'' , які протікають через фотодіоди 5' та 5'', викликані розсіяним світлом.

На другому етапі досліджуваний зразок ОД закріплюють на оптичній лаві перпендикулярно до падаючого променя і вимірюють I_0' та I_0'' , тобто струми, величини яких пропорційні потокам падаючого та дифрагованого випромінення. При цьому одночасно фіксується значення фотоструму, викликаного світлорозсіюванням.

Для досягнення статистичної вірогідності з довірливою імовірністю не менше 95% слід провести 11 паралельних вимірювань. Статистичну обробку результатів спостережень виконують згідно стандарту ГОСТ 8.207—76.

Залежність $I_0(I_0')$ можна подати в такому лінійному наближенні:

$$I_0 = b_0 + b_1 \cdot I_0' - I_p.$$

Коефіцієнти b_0 і b_1 визначають за методом найменших квадратів на підставі експериментальних даних по вищевикладеній методиці і за рекомендаціями ГОСТ 8.207—76.

Розрахунок коефіцієнтів b_0 і b_1 проводили на програмованому мікрокалькуляторі МК-61 за такою програмою:

П1	ПО	0	П4	П5	П6	П7	ИП1	ИПО	—
1	+	с/п	П2	с/п	П3	ИП6	+	П6	ИП2
ИП4	+	П4	ИП2	FX ²	ИП5	+	П5	ИП2	ИП3
x	ИП7	+	П7	FL0	07	ИП4	FX ²	ИП1	ИП5
x	—	П8	ИП4	ИП6	x	ИП1	ИП7	x	—
ИП8	—	ПА	с/п	ИП6	ИПА	ИП4	x	—	ИП1
—	ПО	с/п							

Вихідні дані вводять в реєстр x у такому порядку: $N, E, I_{01}, I_{02}, \dots, I_{0n}, I_{0n}$. Значення b_1 та b_0 одержуємо натиском на клавішу с/п.

Згідно із запропонованою методикою проведені дослідження МР ОД в жорсткому постійному температурному (100°C) та зростаючому часовому (до 200 год) режимах, що дозволило штучно моделювати процес природного старіння матеріалу ОД. Визначення n (τ) здійснювали на копії ОД (діаметром 130 мм) в трьох точках — в центрі та з країв робочої частини МР.

Як видно з рис. 2, зі збільшенням часу видержки ОД дифракційна ефективність у всіх контрольних точках дещо зменшується, при цьому найбільш різко в перші 6 год. Це, мабуть, зумовлено частковою релаксацією внутрішніх напружень матеріалу, яка призводить до зниження вільного об'єму в мікροструктурі матеріалу і, як наслідок, до зменшення амплітуди МР.

Крім цього, зі збільшенням часу видержки ОД при високій температурі при дії кисню повітря в результаті термоокислювальних, деструкційних процесів змінюється дифракційна структура МР, проходить часткове розмивання форми МР, яке призводить до розсіювання світла. Наслідком вищевикладеного є деяке зменшення дифракційної ефективності.

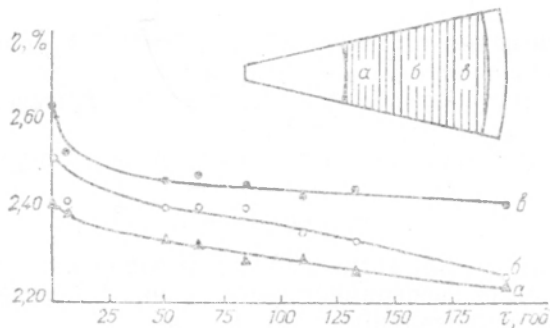


Рис. 2. Вплив часу термообробки τ оптичних дисків на дифракційну ефективність η їх мікрорельєфу:

α , β — відносно в кінці і на початку робочої зони; γ — посередній робочої зони (нагорі показаний фрагмент ОД з заштрихованою робочою зоною).

Отримані результати показали, що для підвищення стабільності характеристик МР після процесу фотохімічного формування слід проводити термічну обробку копій ОД.

1. Досгий Я. О. Оптические квантовые генераторы. К., 1977. 2. Королев В. Г., Кефели Т. Я., Сивергин Ю. М. Акриловые олигомеры и материалы на их основе. М., 1983. 3. Лазаренко Э. Т. Фотохимическое формирование печатных форм. Львов, 1984. 4. Сивергин Ю. М., Перкинис Р. П., Киреева С. М. Поликарбонат (мет)акрилаты. Рига, 1988. 5. Ходосевич О. А. Разработка технологии изготовления копий микрорельефных оптических носителей информации из жидких фотополимеризующихся материалов для получения изображений: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Львов, 1988. 6. Etemius A., Pawlowski G., Vollmann H. W. Materials for Optical Data Storage // Angewandte Chemie. 1989. Vol. 28. N 11.

Стаття надійшла до редколегії 15.07.89