

Ключевые слова: быстротвердеющий бетон, модифицированный портландцемент, ранняя прочность, комплексный модификатор, поровая структура.

Mazurak T.A., Marushchak U.D., Ivasiv I.S. Rapid Hardening concretes based on the modified Portland cements.

This paper analyzes the methods of obtaining Rapid Hardening concretes. It is shown that modifying of Portland cement compositions by organic and mineral admixtures provides obtaining Rapid Hardening concretes, which are characterized by a high specific ($R_{com}^{28}/R_{com}^{28} = 0.63$) and standard ($R_{com}^{28} = 68.1$ MPa) strength, low porous structure, high corrosion resistance ($C_{bend}=1.21$ and $C_{com}=1.19$). High building and technical properties of designed concretes determine their durability and wide application in the monolithic construction and precast concrete technology.

Key words: Rapid Hardening concrete, modified Portland cement, early strength, complex modifier, pore structure.

УДК 681.325.2 Аспір. Д.В. Невінський; проф. В.А. Павлиш, канд. техн. наук; доц. Л.І. Закалик, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"; доц. С.Ю. Лебідь, канд. техн. наук – Львівська філія Європейського університету

НАНОРОЗМІРНІ ДІЕЛЕКТРИЧНО-НЕОДНОРІДНІ СТРУКТУРИ, ОТРИМАНІ МЕТОДОМ ОПТИЧНОЇ ФОТОЛІТОГРАФІЇ

Проаналізовано методи отримання хвилеводів на діелектрично-неоднорідних структурах "закритого" та "відкритого" типу. Запропоновано і досліджено, для формування хвилеводів "відкритого" типу, метод поетапної оптичної фотолітографії з використанням як джерела світла світловипромінюючого діода (СВД) з довжиною хвилі 410 нм та 365 нм. Розроблено технологію виготовлення шаблону і маски для отримання хвилеводів різної конфігурації і необхідних розмірів. Запропонований метод має високу роздільну здатність, що забезпечує необхідні розміри хвилеводів для збудження плазмон-поляритонів.

Ключові слова: діелектрично-неоднорідні структури, плазмон-поляритоніова хвиля, оптична фотолітографія, світловипромінюючий діод.

Вступ. За останні кілька років з'явилися цікаві дослідження, спрямовані на вивчення поверхневих плазмонів, що відкриває перспективу створення оптичних пристроїв нового покоління [1-3]. Для реалізації таких пристроїв необхідно вибрати метод створення нанорозмірних структур, які можуть бути "відкритого" чи "закритого" типу. Аналіз методів "закритого" типу [4] показав, що формування таких структур є недоцільним у зв'язку із складністю їх формування. Діелектрично-неоднорідні нанорозмірні структури "відкритого" типу набагато простіші у формуванні й створюють зручний доступ для їх дослідження.

Для отримання хвилеводів "відкритого" типу використано метод двофотонної полімеризації [5]. Під час формування структури використовували негативний органічно-неорганічний гібридний фоторезист, а для засвітки його – фемтосекундний лазер з довжиною хвилі 515 нм та тривалістю імпульса 250 фс. Враховуючи те, що фемтосекундний лазер є досить дорогий і чутливий до навколишнього середовища, у цій роботі запропоновано формування нанорозмірних структур "відкритого" типу методом оптичної фотолітографії.

Основна частина. Процес створення нанорозмірних структур потрібно починати із очищення підкладки, адже від цього залежить якість отриманих результатів. Очищення поверхні скла проводять з допомогою ультразвукових хвиль, які від генератора спрямовують у ванну заповнену ацетоном. Скло занурюємо в ацетон на 30 с, після цього промиваємо у дистильованій воді.

Процес напилення золота чи срібла проводиться у вакуумі. Для виготовлення маски використовуємо срібло товщиною 1 мкм, а для виготовлення зразка – золото товщиною 50 нм. Залежно від часу напилення можна контролювати потрібну товщину металевої плівки.

Для отримання провідних каналів відповідної конфігурації створюємо шаблон з допомогою пакета прикладних програм, зокрема Adobe. Задаючи параметри товщини ліній, формуємо потрібну структуру у колі радіусом 20 см (рис. 1). Для отримання якісного зображення, файл потрібно зберігати у форматі AI, PDF, EPS, CDR, DWG.

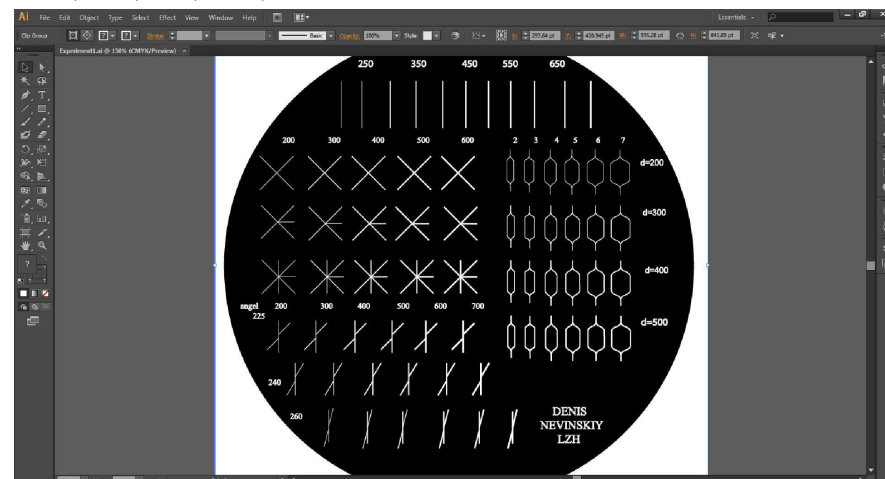


Рис. 1. Робоче вікно програми AdobeIllustrator з структурами різних конфігурацій

Друк шаблону проводиться струменевим принтером, на плівці. Після отримання шаблону потрібно провести наочний якісний аналіз на відсутність неочікуваних перетинів чи зайвих білих ліній.

Наступним кроком є нанесення позитивного фоторезисту марки S1813 методом спіно-покриття (SpinCoating), який схематично показано на рис. 2 [6]. Установка для процесу спіно-покриття показана на рис. 3.



Рис. 2. Схема методу спіно-покриття (SpinCoating)



Рис. 3. Установка для процесу спін-покриття

Для якісного нанесення фоторезиста та отримання потрібної висоти полімера (150 нм), потрібно дотримуватися певних параметрів, а саме: швидкість обертання скла в установці спін-покриття (SpinCoating) – 3000 об/хв і час обертання скла 30 с. Графік залежності висоти формування полімеру від швидкості обертання скла наведено на рис. 4.

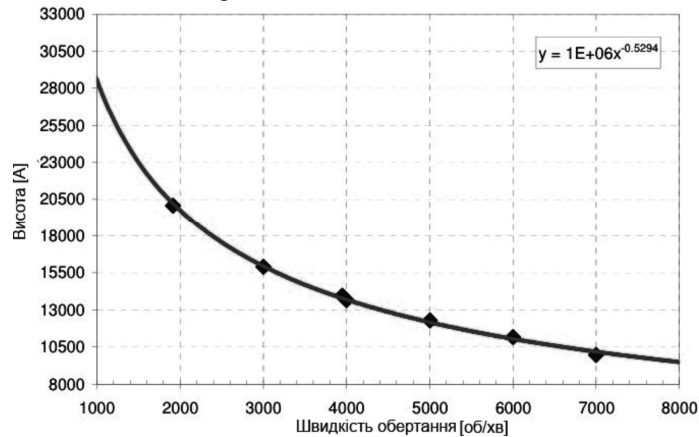


Рис. 4. Залежність висоти формування полімера (S1813) від швидкості обертання скла [7]

Завершивши процес нанесення позитивного фоторезисту, потрібно протягом 50 с витримати дослідний зразок за температури 115 °С, після чого можна приступити до процесу полімеризації, котрий проводиться з допомогою джерела освітлення (СВД) з довжиною хвилі 410 нм і лінзи у масштабі 1:10 (рис. 5).

Для отримання готової маски після опромінення світлом слід провести травлення полімеризованого полімера органічним розчинником (15 с), а опісля травлення срібла у соляній кислоті (20-30 с).

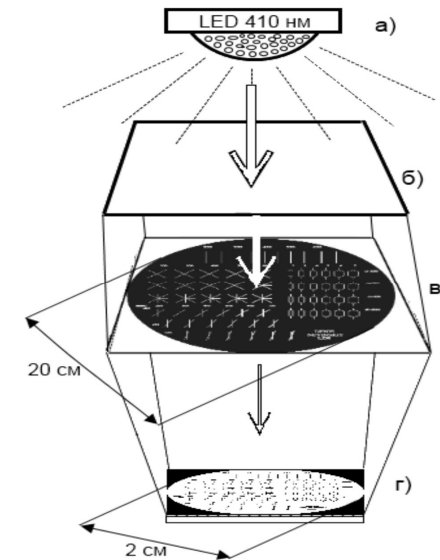


Рис. 5. Схема процесу зменшення розмірів структур у масштабі 1:10: а) світло СВД з довжиною хвилі 410 нм; б) лінза; в) попередньо підготовлений шаблон діаметром 20 см; г) отримана маска діаметром 2 см

Наступним кроком є процес зменшення розмірів структури до масштабу 1:100 та створення дослідного зразка. Процес отримання дослідного зразка на золоті подібний до процесу отримання маски на сріблі, але в цьому випадку використовується негативний полімер марки mg-NIL 6000.1E, а в якості джерела освітлення (СВД) з довжиною хвилі 365 нм та систему лінз. Методом спін-покриття отримано висоту полімера 100 нм, при використанні швидкості оберту 3000 об/хв протягом 30 с [8]. Завершивши процес полімеризації, потрібно протравити не полімеризований полімер у розчині трихлорметилі і промити експериментальний зразок у дистильованій воді.

Отримані результати зображено на рис. 6.

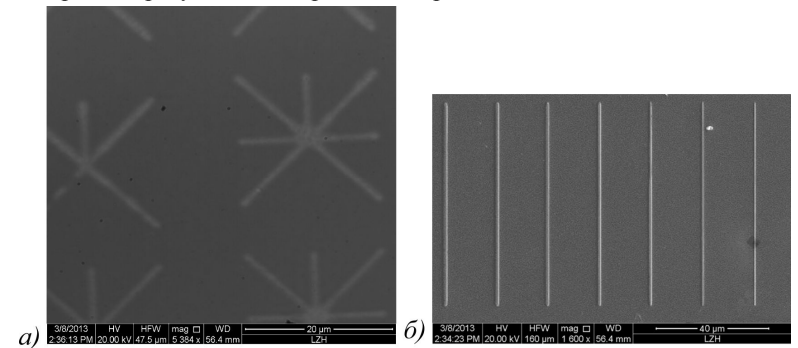


Рис. 6. Зображення отриманих структур зроблені з допомогою електронного мікроскопа: а) зірководібні структури; б) лінійні структури

Висновки. Застосування запропонованої технології дає змогу спростити і здешевити процес отримання діелектрично-неоднорідних нанорозмірних структур для формування хвилеводів з використанням поверхневих плазмон-поляритонових хвиль. Зразки, отримані методом оптичної фотолітографії, відзначаються чіткістю ліній, крутими стінками полімеризованого чи засвіченого фоторезиста, а також можна сформувати провідні канали різної конфігурації. Метод, котрий апробовано, може повністю замінити двофотонну полімеризацію.

Особлива подяка колективу співробітників відділу нанотехнологій лазерного центра Ганновера (LZH), Німеччина, за можливість проведення експериментів.

Література

1. Villa F.J. Photonic crystal to photonic crystal surface modes: narrow-bandpass filters / F. Villa, Gaspar-Armenta J. // *Optics Express*. – 2004. – Vol. 12, Issue 11. – Pp. 2338-2355.
2. Reinhardt C. Direct laser-writing of dielectric-loaded surface plasmon – polariton waveguides for the visible and near infrared / C. Reinhardt, A. Seidel // *Applied Physics A*. – 2010. – No. 10. – Pp. 347-352.
3. Dellis S. Electrochemical synthesis of large diameter monocrystalline nickel nanowires in porous alumina membranes / S. Dellis, A. Christoulaki, N. Spiliopoulos, D.L. Anastassopoulos, A.A. Vradis // *Journal of Applied Physics*, 2013. – Vol. 114 (16) art. No. 164308.
4. Lau K.H.A. Highly sensitive detection of processes occurring inside nanoporous anodic alumina templates: A waveguide optical study / Lau K.H. A., Tan L.S., Tamada K., Sander M.S., Knoll W. // *J. Phys. Chem. B*, 2004. – Vol. 108, 10812-10818.
5. Nevinskyi D. Two-Photon Polymerization: Formation of Nanoscale Elements / Nevinskyi D., Zakalyk L., Pavlysh V., Lebid S. // *TCSET'2014*, February 25 – March 1, 2014, Lviv-Slavske, Ukraine. – Pp. 283-285.
6. Hall D. Spin Coating of Thin and Ultrathin Polymer Films / Hall D. Underhill P., Torkelson J.M. // *Polymer engineering and science*, december. – 1998. – Vol. 38, No. 12.
7. McGill Nanotools – Microfab. [Electronic resource]. – Mode of access <http://mmm-physics.mcgill.ca/content/s1813-spin-coating>.
8. MicroChem. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.microchem.com/PDFs_MRT/mr-nil6000E_overview_.pdf.

Невинский Д.В., Павлыш В.А., Закалык Л.И., Лебидь С.Ю. Наноразмерные диэлектрически-неоднородные структуры, полученные методом оптической фотолитографии

Проанализированы методы получения волноводов на диэлектрически-неоднородных структурах "закрытого" и "открытого" типа. Предложен и исследован, для формирования волноводов "открытого" типа, метод поэтапной оптической фотолитографии с использованием в качестве источника света светоизлучающего диода (СИД) с длиной волны 410 нм и 365 нм. Разработана технология изготовления шаблона и маски для получения волноводов различной конфигурации и необходимых размеров. Предложенный метод имеет высокое разрешение, что обеспечивает необходимые размеры волноводов для возбуждения плазмон-поляритонов.

Ключевые слова: диэлектрически-неоднородные структуры, плазмон-поляритоновая волна, оптическая фотолитография, светоизлучающий диод.

Nevinskyi D.V., Pavlysh V.A., Zakalyk L.I., Lebid S. Yu. Nanoscale Dielectric Heterogeneous Structures Formed by Photolithography

Formation methods of waveguides on "closed" and "open" type dielectric inhomogeneous structures are reviewed. The method of phased optical photolithography with light-emitting diode (LED) with a wavelength of 410 nm and 365 nm as a light source to form waveguides of "open" type is proposed and investigated. The manufacturing technology of the pattern and the mask to produce waveguides of different shapes and sizes were developed. The pro-

posed method is supposed to have a high resolution, providing the required dimensions waveguide to excite plasmon polaritons.

Key words: inhomogeneous dielectric structures, plasmon polariton, photolithography, light-emitting diode.

УДК 656.13

*Ст. викл. І.В. Паснак, канд. техн. наук;
ст. викл. О.В. Придатко; магістрант Н.В. Шаркевич –
Львівський ДУ безпеки життєдіяльності*

АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ АВАРІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Проаналізовано існуючі методи прогнозування аварійності транспортних засобів та встановлено, що зазвичай вони базуються на статистичних результатах кількості ДТП за попередні проміжки часу (місяць, рік тощо). Удосконалено існуючий метод прогнозування кількості ДТП шляхом застосування трендових моделей із достовірністю апроксимації $R^2 = 1,00$. З метою підвищення точності прогнозування запропоновано використовувати вибірку з трьох значень. Для прикладу, наведено результати прогнозування кількості ДТП з потерпілими в Україні на 2014 р. із використанням удосконаленої методики.

Ключові слова: дорожньо-транспортна пригода, математичний аналіз, статистичні дані, прогнозування, трендові моделі.

Постановка проблеми. Володіння інформацією про сучасний стан проблем на транспорті, отриманої за допомогою різноманітних методик досліджень і аналізу даних, є передумовою планування і проектування вулично-дорожньої мережі та вдосконалення організації дорожнього руху. Це є базисом для обґрунтування запропонованих рішень щодо відповідності існуючим проблемам, усунення наявних недоліків та покращення умов функціонування транспортної системи.

Аналіз аварійності є складовою частиною оцінювання рівня безпеки дорожнього руху та має на меті створення інформаційного підґрунтя для розроблення заходів щодо поліпшення умов руху транспортних потоків [1]. Варто пам'ятати, що кожна дорожньо-транспортна пригода (ДТП) є передусім випадковим явищем і не завжди завдяки існуючим математичним моделям можливо достовірно оцінити ймовірність виникнення ДТП чи спрогнозувати їх кількість.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо роботи, які стосуються прогнозування на транспорті, зокрема [2-6]. У роботі [2] здійснено аналіз існуючих методів кількісного оцінювання та методів прогнозування стану аварійності та наголошено на необхідності їх подальшого розроблення та вдосконалення. Окреме дослідження [3] стосується оцінювання та прогнозування ймовірності здійснення водієм (чи окремою групою водіїв) ДТП.

У роботі [4] розроблено математичну модель прогнозування середньорічної кількості ДТП на перетині автомобільних доріг на одному рівні на підставі застосування ймовірності виникнення конфліктних ситуацій між транспортними засобами в конфліктних точках та на перетині загалом. У роботі [5] запропоновано підхід до прогнозування кількості транспортних засобів, що потрапляють у ДТП на основі принципів логіки ймовірностей. Киргизський учений С. Карієв у своїх працях розглядає моделі, що дають змогу передбачати ймовірність потрапляння водія у ДТП за датою його народження.