

ДК 004.085

№ держреєстрації: 0110U002271

Інв. №

Національна академія наук України
Інститут проблем реєстрації інформації
(ІПРІ НАН України)

03113, м.Київ–113, вул. Шпака, 2
тел. (044) 456–83–89, факс (044) 456–33–18
e-mail: ipri@ipri.kiev.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ІПРІ НАН України
академік НАН України

_____ В.В. Петров

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО–ДОСЛІДНУ РОБОТУ
"Розробити технології виготовлення мікропризмових структур та
дифракційних оптичних елементів для систем обробки, перетворення та
реєстрації інформації на основі використання метаматеріалів"
(шифр "Грань").

Керівник НДР

член–кореспондент НАН України

А.А.Крючин

Відповідальні виконавці

старший науковий співробітник

кандидат фізико–математичних наук

Є.Є.Антонов

науковий співробітник

кандидат фізико–математичних наук

Д.Ю.Манько

Рукопис закінчено грудня 2015
Результати цієї роботи розглянуті Вченою Радою ІПРІ НАН України,
протокол № від

2015

РЕФЕРАТ

звіт по НДР: 240 с., 97 рис., 8 табл., 115 джерел

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ:

Фізичні основи, принципи, методи та системи оптичної реєстрації інформації. Технологія довготермінового зберігання цифрової інформації

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ:

Розробка технології та методів створення рельєфних мікро– і нанорозмірних структур на поверхні полімерних та металевих матеріалів для датчиків різного призначення, офтальмологічних пристроїв, підкладок носіїв інформації, оптоелектронних елементів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Запропоновано технологію та методи створення мікрорельєфних структур на плоских поверхнях, розраховані оптимальні параметри оптичних сапфірових дисків з компенсуючими пластинками для оптичних дисків різних форматів, при яких не виникає значних спотворень сигналу. Розроблений та експериментально досліджений метод компенсації аберацій при зчитуванні інформації з одноосних двопротенезаломлюючих середовищ. Розраховані основні параметри системи зчитування для сапфірового диска з вертикальною орієнтацією оптичної осі.

Досліджено характер перерозподілу енергії коливань та температури при ультразвуковому зварюванні дифракційних елементів. Розраховано дифракційно–рефракційні характеристики мікропризм, які дозволяють визначити оптимальні кроки рельєфу при заданій призматичній дії призм для створення ефективних ахроматичних мікропризмових структур.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: метаматеріали, рельєфні структури, інжекційне литво, термопресування, дифракційні оптичні елементи, мікропризми Френеля, двопротенезаломлення.

Умови отримання звіту за адресою:

03113, Київ, вул. М.Шпака, 2, ІПРІ НАН України.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	9
Вступ	10
Розділ 1. Дослідження процесів виготовлення мікрорельєфних дифракційних структур на основі метаматеріалів	13
1.1. Дифракційні оптичні елементи на основі метаматеріалів для систем обробки, перетворення та реєстрації інформації	13
1.2. Застосування дифракційних оптичних елементів в системах збору, передачі та зберігання інформації.	20
1.2.1. Підвищення пропускнуої спроможності систем оптичного зв'язку шляхом використання ДОЕ	21
1.2.2. Волоконно–оптичні датчики та ДОЕ	23
1.2.3. Застосування ДОЕ для колімації випромінювання напівпровідникового лазера	24
1.2.4. Дифракційні розподільники пучків світла	25
1.2.5. Підвищення ефективності конектору широких хвилеводів з високим ступенем інтеграції	25
1.2.6. Системи посадки літальних апаратів з використанням дифракційних оптичних елементів	29
1.3. Створення систем довготривалого зберігання даних з використанням мікропризмових структур та дифракційних оптичних елементів	33
1.3.1. Принципи створення систем довготривалого зберігання інформації на оптичних дисках з сапфіру	33
1.3.2. Розробка методу компенсації аберацій при зчитуванні інформації з оптичних дисків, підкладки яких виготовлено з анізотропних матеріалів	35
1.4. Дослідження стабільності властивостей відбиваючих покриттів для систем довготривалого зберігання інформації при термічних навантаженнях	49
1.5. Висновки до розділу 1	55

Розділ 2. Дослідження технології з'єднання мікропризмових оптичних елементів методом ультразвукового зварювання	57
2.1. Особливості розподілу енергії при ультразвуковому зварюванні мікропризмових елементів	58
2.1.1. Теоретична модель процесу зварювання оптичних деталей	60
2.1.2. Аналіз моделі і отримані результати	62
2.2. Аналіз впливу теплопровідності на розподіл температури при ультразвуковому зварюванні мікропризм та окулярних лінз	71
2.3. Висновки до розділу 2.	75
Розділ 3. Розрахунок оптимізованих мікропризмових елементів для офтальмологічних застосувань	76
3.1. Мікропризмові структури в офтальмології	76
3.2. Оптимізація геометричних характеристик рельєфу мікропризм з метою зменшення хроматичної аберації дифракційно–рефракційних структур	84
3.2.1. Теоретична модель	85
3.2.2. Експериментальні результати	93
3.2.3. Обговорення результатів	97
3.3. Роздільна здатність та гострота зору для мікропризмових елементів в офтальмології	103
3.3.1. Методика досліджень роздільної здатності	104
3.3.2. Експериментальні дані з роздільної здатності	109
3.4. Висновки до розділу 3	119
Розділ 4. Технології виготовлення високоточних мікрорельєфних дифракційних елементів для систем довготривалого зберігання інформації та офтальмологічних застосувань	120
4.1. Способи отримання відбивального шару на підкладках для створення оптичних носіїв інформації	120
4.2. Розробка технології формування маскуючого шару на сапфірових підкладках для отримання мікрорельєфу	133
4.3. Створення технології виготовлення дисків для	

довготривалого зберігання інформації методом іонного травлення сапфірових підкладок	140
4.4. Особливості технологічного процесу виготовлення матриць–оригіналів мікропризмових структур для офтальмології та систем довготривалого зберігання інформації	152
4.5. Виготовлення високоякісного алмазного інструмента для формування дзеркальних металевих матриць–оригіналів мікрорельєфних структур	155
4.6. Дослідження можливості підвищення точності позиціонування ріжучого інструменту на станції формування матриць–оригіналів при виготовленні мікрорельєфних структур	166
4.7. Модернізована установка ультразвукового зварювання мікропризмових елементів	170
4.8. Застосування мікропризмових елементів в офтальмології для діагностики та лікування дефектів бінокулярного зору	173
4.8.1. Процес виробництва та основні параметри виготовлених мікропризмових оптичних елементів для офтальмології	173
4.8.2. Результати впровадження в медичну практику комбінованих лінз та складних рефракційно–призмових окулярів	181
4.9. Висновки до розділу 4	187
Висновки	189
Перелік посилань	191
Додаток 1. Висновок Державної санітарно–епідеміологічної експертизи на медичний виріб "Призми Френеля"	203
Додаток 2. Програма кваліфікаційних випробувань установчої серії медичного виробу "Призми Френеля"	204
Додаток 3. Протоколи кваліфікаційних випробувань установчої серії медичного виробу "Призми Френеля"	208
Додаток 4. Акт кваліфікаційних випробувань зразків установчої серії медичного виробу "Призми Френеля"	211

Додаток 5. Висновок науково–технічної експертизи на медичний виріб "Призми Френеля"	214
Додаток 6. Реєстраційне свідоцтво на медичний виріб "Призми Френеля"	217
Додаток 7. Реєстраційне свідоцтво на діагностичний набір мікропризмових елементів "КК–42"	219
Додаток А. Звіт про патентні дослідження з НДР "Грань"	222
Додаток Б. Завдання № 26 на проведення патентних досліджень	238
Додаток В. Регламент патентного пошуку № 26	239