

1578474

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА



ФОРМУВАННЯ ТА СЕЛЕКЦІЯ ПОПЕРЕЧНИХ МОД

У ХВИЛЕВІДНИХ ЛАЗЕРНИХ РЕЗОНАТОРАХ

А. В. Дегтярьов
В. О. Маслов
В. С. Сенюта

Монографія

У монографії узагальнено результати досліджень з розробки та реалізації методів формування хвильових пучків заданого профілю у хвилевідних резонаторах газових лазерів інфрачервоного і терагерцевого діапазонів. Описано методи, що дозволяють здійснювати кутову селекцію мод при перестроюванні лазерних резонаторів, що містять відкриті та хвилевідні ділянки.

Монографія призначена для широкого кола науковців і інженерів, що спеціалізуються в області лазерної фізики і техніки. Книга буде корисною також викладачам, аспірантам та студентам старших курсів радіофізичних і фізичних спеціальностей, які вивчають теорію та практичні методи побудови оптичних систем і питання дифракції.

ЗМІСТ

Перелік скорочень	5
Передмова	6
Вступ.....	8
Розділ 1. Поширення терагерцевого лазерного випромінювання в порожнистих хвильоводах.....	13
1. 1. Поширення лазерного випромінювання по порожнистих хвильоводах круглого перетину	14
1.1.1. Модові та геометрооптичні методики розрахунку	14
1.1.1.1. Модовий підхід для діелектричних хвильоводів	14
1.1.1.2. Модовий підхід для металевих хвильоводів	17
1.1.1.3. Геометрооптичний підхід Фроста	18
1.1.1.4. Геометрооптичний підхід Кренна	22
1.1.2. Умови застосування геометрооптичних підходів в надрозмірних металевих хвильоводах	26
1.1.3. Загасання EH_{11} -типу коливань в діелектричних хвильоводах.....	29
1.1.4. Передача хвильових пучків випромінювання в круглих хвильоводах..	33
1.1.5. Відновлення гауссових пучків випромінювання в металевих круглих хвильоводах.....	41
1.2. Передача і відновлення гауссових пучків випромінювання в металевих прямокутних хвильоводах	47
1.2.1. Модова методика розрахунку	47
1.2.2. Порівняння експериментальних і чисельних результатів.....	50
Розділ 2. Формування моди з квазіоднорідним профілем вихідного випромінювання у хвильовідних лазерах	55
2.1. Отримання пучка з квазірівномірним розподілом інтенсивності в хвильовідному CO_2 -лазері з неоднорідним дзеркалом.....	56
2.1.1. Неспотворена передача пучків ІЧ випромінювання з неоднорідним профілем амплітуди поля виду функцій супергаусс і сомбреро в порожнистих діелектричних хвильоводах.....	56
2.1.2. Матрична модель пасивного хвильовідного резонатора з неоднорідним дзеркалом.....	63
2.1.3. Вплив геометрії резонатора і параметрів неоднорідного зеркала на характеристики фур'є-моди.....	68
2.1.4. Експериментальна установка. Порівняння експериментальних і чисельних результатів.....	75
2.2. Формування фур'є-моди з квазіоднорідним профілем вихідного випромінювання в хвильовідному терагерцевому лазері складної конструкції	79
2.2.1. Хвильовідний резонатор складної конструкції.....	79
2.2.2. Теоретична модель та експериментальна установка	83
2.2.3. Порівняння експериментальних і розрахункових даних для резонатора з активним середовищем.....	88
2.3. Отримання фур'є -моди з квазіоднорідним профілем вихідного випромінювання у хвильовідних резонаторах CO_2 - і терагерцевого лазерів зі сферичним та асферичним дзеркалами	94

2.3.1. Розрахункові модові характеристики резонаторів.....	94
2.3.1.1. Резонатори зі сферичним відбивачем.....	94
2.3.1.2. Резонатор з асферичним відбивачем.....	101
2.3.2. Порівняння експериментальних і чисельних результатів.....	103
Розділ 3. Формування поперечних мод з просторово-неоднорідною поляризацією в хвильовідних резонаторах терагерцевих лазерів.....	108
3.1. Формування поляризаційно-неоднорідних мод у металевому резонаторі терагерцевого лазера	109
3.1.1. Теоретичні співвідношення.....	109
3.1.2. Експериментальна установка.....	114
3.1.3. Порівняння експериментальних і чисельних результатів.....	116
3.2. Формування поляризаційно-неоднорідних мод у порожнистому діелектричному резонаторі терагерцевого лазера.....	125
3.2.1. Чисельні методи розрахунку спектральних властивостей електродинамічних структур. Метод FDTD	125
3.2.2. Розрахунок оптимального дзеркала	130
3.2.3. Порівняння експериментальних і чисельних результатів.....	135
Розділ 4. Поширення випромінювання терагерцевого лазера з просторово-неоднорідною поляризацією поля в різних зонах дифракції.....	141
4.1. Моделювання поширення випромінювання з неоднорідною поляризацією в різних зонах дифракції. Огляд літератури	141
4.2. Поширення випромінювання терагерцевого лазера на основі металевих хвильоводів в різних зонах дифракції	145
4.2.1. Теоретичні співвідношення.....	145
4.2.2. Порівняння експериментальних і чисельних результатів.....	150
4.3. Поширення випромінювання терагерцевого лазера на основі порожнистого круглого діелектричного хвильоводу в різних зонах дифракції	153
4.3.1. Теоретичні співвідношення.....	153
4.3.2. Порівняння експериментальних і чисельних результатів.....	159
Розділ 5. Селекція поперечних мод в хвильовідних квазіоптичних резонаторах.....	163
5.1. Методика розрахунку хвильовідних резонаторів з модовими селекторами	164
5.1.1. Селекція нижчих поперечних типів коливань.....	164
5.1.2. Структура поперечних мод вищих порядків в дальній зоні	170
5.2. Результати розрахунку характеристик селективних поперечних мод.....	171
5.2.1. Метод селекції за допомогою ірисової діафрагми.....	171
5.2.1.1. Резонатори з отворами зв'язку у відбивачах.....	173
5.2.2. Метод селекції ділянкою вільного простору.....	175
5.2.3. Селективне збудження окремих вищих поперечних типів коливань.....	177
5.3. Порівняння експериментальних і чисельних результатів.....	183
Список використаних джерел	194
Додаток.....	206