

На правах рукопису

БУРИН ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ

дослідження природи
нелінійності кристала карбіду кремнію
та її застосування

01. 04. 07. — фізика твердого тіла

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Науковий керівник
доктор фізико—
математичних наук,
професор БОРЩ А. О.

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ФІЗИКИ

На правах рукопису

БУРИН ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДИ НЕЛІНІЙНОСТІ КРИСТАЛА КАРБІДУ КРЕМНІЮ
ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

01.04.07. - фізика твердого тіла

АБОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Науковий керівник
доктор фізико-
математичних наук,
професор БОРИС А. О.

КИЇВ - 1994

Дисертація є рукописом.

Науковий керівник

доктор фізико-математичних
наук, професор

БОРИ АНАТОЛІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Офіційні опоненти:

доктор фізико-математичних
наук, професор

ТИХОНОВ ЄВГЕН ОЛЕКСАНДРОВИЧ

доктор фізико-математичних
наук, професор

ТАРАСОВ ГЕОРГІЙ ГЕОРГІЙОВИЧ

Провідна організація:

Київський університет
імені Тараса Шевченка
фізичний факультет

Захист дисертації відбудеться "26" січня 1996 року
о 15 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради
К. 016. 04. 01 в Інституті фізики НАН України за адресою:
252650, МСП, Київ-22, пр. Науки, 45.

Відгуки на автореферат у двох примірниках, скріплені
печатком установи, просимо надсилати за адресою: 252650,
МСП, Київ-22, пр. Науки, 45, Інститут фізики НАН України.
Вченому секретарю спеціалізованої ради К. 016. 04. 01
Прхонська О. В.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці
Інституту фізики НАН України.

Вчений секретар
спеціалізованої ради

кандидат фізико-математичних наук

Прхонська О. В.

ЛНБ ім. В. Стефанива
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Дослідження нелінійної рефракції матеріальних середовищ набули особливої актуальності у зв'язку з пошуком високоефективних і швидкодіючих нелінійних матеріалів для розробки елементної бази пристроїв оптичної обробки інформації, зв'язку та обчислювальної техніки.

Напіпровідники - особливий клас нелінійних матеріалів, що відзначаються різноманіттям механізмів зміни показника заломлення. Висока швидкість вигідно відрізняє їх від інших нелінійних середовищ. Швидкість, досягнута при міжзонному поглинанні світла в напіпровідниках A_2B_6 , досягає 10^{12} с, що є практично граничним при рекомбінаційному механізмі релаксації. Тому для підвищення швидкості перспективним є використання механізмів нелінійності, пов'язаних із внутрішньозонними переходами вільних носіїв. Це б дозволило зменшити час релаксації нелінійності ще на три - чотири порядки.

В роботах, де методами самовпливу і динамічної голографії досліджувалась нелінійність показника заломлення в монокристалах карбіду кремнію, показано, що час релаксації нелінійності сягає величини 10^{12} с.

Попередні дослідження, провалені у нашій групі, показали, що нелінійність кристалів $\alpha-SiC(6H)$ прямо пов'язана з електронами у зоні провідності.

Наші дослідження, що виконані за допомогою оригінальних високочастотних методик, дозволили кількісно та якісно описати механізм нелінійності кристалів карбіду кремнію, що вносить вклад у фундаментальні знання про механізми оптичної

нелінійності у конденсованих середовищах. Крім того результати досліджень дозволяють оптимізувати відомі оптичні логічні елементи та створити нові. У роботі представлений ряд оптичних бістабільних елементів із параметрами, що мають практичну цінність.

Ціль дисертаційної роботи - з'ясувати природу нелінійної рефракції кристалів $\alpha\text{-SiC}(6H)$ у червоній області спектру ($\lambda=0.6+0.7\mu\text{m}$) і механізм її релаксації. Виміряти дисперсію нелінійного показника заломлення. На основі нелінійності карбіду кремнію, створити ефективний бістабільний елемент.

Наукова новизна роботи. В роботі вперше показано, що нелінійна рефракція кристалів карбіду кремнію $\alpha\text{-SiC}(6H)$ при кімнатній температурі у червоній області спектру пов'язана із насиченням прямих переходів рівноважних вільних електронів між підзонами зони провідності, при переважальному механізмі розсіяння носіїв на іонізованих домішках. Запропонована нова схема поперечної оптичної бістабільності при "зовнішньому" самофокусуванні світлових променів у нелінійному середовищі.

Практична цінність роботи. У роботі розроблена нова оригінальна методика вимірювання коефіцієнтів нелінійної рефракції, що відзначається високою точністю (помилка $\sim 5\%$).

На довжині хвилі $\lambda=0.647\mu\text{m}$ ми знайшли велику та швидко нелінійність у кристалах $\alpha\text{-SiC}(6H)$ ($n_2 \sim 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Вт}$, $\tau < 10^{-12} \text{с}$).

На основі нелінійного голографічного інтерферометра реалізований бістабільний елемент, який за деякими параметрами задовільняє вимогам розробників оптичного комп'ютера (товщина $d=20\mu\text{m}$, час переключення $t=10^{-12} \text{с}$).

інтенсивність переключення $I=100\text{кВт/см}^2$). Використовуючи самофокусування у тонкому кристалі SiC, ми створили новий елемент на основі поперечної бістабільності (час переключення $t=2.7\cdot 10^{-10}\text{с}$).

Апробація матеріалу дисертації. Матеріали дисертації доповідались на:

1. Всесоюзний совещание-семинар "Солитоны и нелинейная оптика", Симферополь, июнь 1990г.
2. XIV Международная конференция по когерентной и нелинейной оптике, Санкт-Петербург, сентябрь 1991.
3. International meeting on photonic switching, Minsk, 1992.
4. Міжнародна літня школа "Оптика конденсованого стану". Київ, червень 1993.

Основні наукові результати опубліковані:

1. А. А. Борщ, О. М. Бурин, В. В. Овчар, А. А. Чумак, Механизм нелинейности показателя преломления кристаллов $\alpha\text{-SiC}(6\text{H})$, ФТТ, с. 116-121, №1, Т. 31, 1989.
2. А. А. Борщ, О. М. Бурин, В. Я. Гайворонский, В. И. Волков, А. В. Привалко Поперечная оптическая бистабильность при самофокусировке встречных световых пучков в кристалле $\alpha\text{-SiC}(6\text{H})$, ФТТ, с. 3102-3110, № 10, Т. 32, 1990
3. А. А. Борщ, М. С. Бродия, О. М. Бурин, В. Я. Гайворонский, Ф. Т. Васько, Методика измерения и определения механизма анизотропной нелинейной рефракции в области края фундаментального поглощения полупроводников A_2B_6 , Известия АН СССР сер. физ. с. 329-336, №2, Т. 55, 1991.
4. А. А. Борщ, О. М. Бурин, В. Я. Гайворонский, В. И. Волков, Изу-

чение природы быстрой нелинейности кристаллов α -SiC(6H).
Тез. докл. XIV Межд. конф. по неогер. и нелинейн. оптике.
Санкт-Петербург, 1991, Т. 2

5. А. А. Борщ, М. С. Бродин, О. М. Бурин, В. Я. Гаизворонский, В. И. Волков, А. В. Привалко, Transverse optical bistability of self-focusing counter-propagating light beams in α -SiC(6H) crystal, Optical & Acoustical Review, p. 257-263, №3, V. 1, 1991.
6. А. А. Борщ, О. М. Бурин, В. Я. Гаизворонский, В. И. Волков, On the nature of the fast nonlinearity of α -SiC(6H) crystal, Proc. SPIE "Mode-locked lasers and Ultrafast Phenomena", V. 1, p. 842, 1992.

Особистий внесок автора полягає у розробці оригінальної методики вимірювання: нелинійної рефракції та її експериментальній реалізації; самостійному отриманні експериментальних результатів; участь у розробці, спільно з співавторами, теоретичних моделей.

Положення, що захищаються:

1. Нелінійна рефракція кристалів карбіду кремнію α -SiC(6H) при кімнатній температурі у червоній області спектру пов'язана з насиченням прямих переходів рівноважних вільних електронів між підзонами зони провідності.
2. Переважним механізмом релаксації нелинійності є розсіювання носіїв на іонізованих домішках.
3. Запропонована і експериментально реалізована нова схема поперечної безрезонаторної оптичної бістабільності при "зовнішньому" самофокусуванні лазерних променів у нелинійному середовищі.

Структура та об'єм дисертації. Дисертація складається

із вступу, чотирьох розділів та заключення, містить у собі 18 малюнків і бібліографію із 94 назв. Загальний об'єм — 108 сторінок.

КОРОТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульовані задачі і коротко описаний зміст роботи.

Перший розділ містить огляд основних механізмів нелінійності у напівпровідниках, а також у напівпровідникових надґратках. Представлена їх класифікація. Дакються співвідношення для оцінки внеску різних механізмів у нелінійну зміну показника заломлення напівпровідників. Наводяться літературні відомості по експериментальному дослідженню нелінійності напівпровідників (механізми, величини $\chi^{(2)}$, часи релаксації).

Другий розділ містить опис розробленої нами експериментальної методики вимірювання коефіцієнту нелінійної рефракції.

Необхідність розробки цієї методики обумовлена тим, що існуючі методи вимірювання не враховують лінійного поглинання середовища і їх можна застосувати лише в області прозорості, або не забезпечують достатню точність вимірювань. У той же час пошук вискоелективних нелінійних матеріалів буде успішним тільки при умові використання оперативних, точних і в той же час простих методик вимірювання коефіцієнтів нелінійності показника заломлення.

Нам вдалося успішно вирішити задачу розробки такої методики. Її експериментальна реалізація відзначається простотою, а автоматизація експерименту і застосування

потужних засобів статистичної обробки дозволила отримати дуже високу точність.

В основу метода вимірювання нелінійної рефракції у дисипативному середовищі покладений ефект самовпливу в умовах аберацій. У лазерному промені, з гаусовим профілем інтенсивності, після проходження тонкої нелінійної пластинки, при значному фазовому набігу внаслідок нелінійної фазової модуляції здійснюється збагачення модового складу і поява абераційного викривлення профілю пучка. Внаслідок конкуренції нелінійної фазової модуляції і дифракційних ефектів коефіцієнт пропускання на осі пучка буде мати виразний максимум, положення якого однозначно визначається величиною нелінійності середовища, що може служити основою для вимірювання коефіцієнтів нелінійного показника заломлення n_p (де $p=2,4,\dots$).

Введемо коефіцієнт нелінійного пропускання на осі пучка

$$K(\varphi) = I(0, z) / I_0 \sim (1 - R_0) \exp(-2\alpha d) \left| \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(1/\beta)^n}{n! (1 + \beta n + 1/\beta)} \right|^2.$$

де R_0 та α - коефіцієнти відбивання від передньої грані і лінійного поглинання; d - товщина нелінійного шару; φ - нелінійний фазовий набіг на осі пучка; β - параметр, що характеризує дифракційний набіг фази в оптичній системі.

У випадку конкуренції нелінійного і дифракційного фазових набігів ($\beta\varphi < 0$) залежність $K(\varphi)$ має яскраво виражений перший максимум. Нехай \tilde{I}_0 та $\tilde{\varphi}_m$ відповідають такому значенню I_0 та φ , при якому експериментально вимірена залежність $K(\varphi)$ має перший максимум. У цьому випадку p визначається співвідношенням

$$p_p = \varphi_m \alpha \rho / k I_0^{p/2} (1-R_0)^{p/2} (1 - \exp(-\alpha \rho d)),$$

де $\varphi_m = -|\varphi_m| \operatorname{sign}(\beta)$ апроксимуються наведеною вище МНК-оцінкою ($\beta \varphi_m < 0$ і $|\beta| < 20$)

$$|\varphi_m| = 0.8385 + 1.6437 |\beta| - 6.8623 \cdot 10^{-2} \beta^2 + 1.695 \cdot 10^{-4} |\beta|^3 \quad (p=2),$$

$$|\varphi_m| = 0.8982 + 1.2257 |\beta| - 6.4325 \cdot 10^{-2} \beta^2 + 1.648 \cdot 10^{-4} |\beta|^3 \quad (p=4).$$

В області малих фазових набігів ($|\varphi| \ll |\beta|/\rho$) коефіцієнт пропускання на осі пучка $K(\varphi)$ має лінійну залежність від I_0 , нахил якої пропорційний p_p . Це дозволяє співставити залежність $I(0, z) \sim I_0 (1 - 2\rho \beta \varphi / ((1+p)^2 + \beta^2))$ з отриманою на основі експериментальних даних МНК-залежністю $I(0, z_0) = I_0 (a_1 + a_2 I_0^{p/2})$ і запропонувати інший метод вимірювання p_p . В цьому випадку коефіцієнти нелінійної рефракції розраховуються за формулою

$$p_p = -2a_2 \alpha ((1+p)^2 + \beta^2) (1+p)^{1/2} / 2a_1 \beta k (1-R_0)^{p/2} (1 - \exp(-\alpha \rho d)).$$

Похибка вимірювання p_p цими методами $\sim 15\%$, і визначається в основному похибкою вимірювання параметра β .

Якщо взяти дело більшу область фазових набігів, то в ньому випадку залежність

$$I(0, z_0) = N I_0 / (1+\beta) \left(1 - \frac{4\beta}{9+\beta^2} \varphi + 4\beta \frac{3\beta^2-5}{(9+\beta^2)(25+\beta^2)} \varphi^2 \right),$$

де N - нормувальний коефіцієнт, можна співставити з МНК-залежністю, отриманою на основі експериментальних даних

$$I(0, z_0) = I_0 (a_1 + a_2 I_0 + a_3 I_0^2).$$

Результат вирішення системи рівнянь для β - наступний:

$$\beta^2 = \frac{25 \cdot A - 22}{2(3-A)} + \left[\left(\frac{25 \cdot A - 22}{2(3-A)} \right)^2 + \frac{45}{3-A} \right]^{1/2}, \quad A = \frac{a_1 a_2}{a_2^2}$$

Знаючи β , значення Π_2 можна визначити так само, як в попередньому випадку.

З цього методу, застосовуючи сучасні комп'ютерні методи статистичної обробки, похибку визначення Π_2 вдається знизити до 5%. Вона, в основному, визначається точністю вимірювання енергії.

У третьому варіанті методика розвинута найбільш повно. Цей варіант найбільш перспективний з точки зору точності і експериментальної простоти, хоча у деяких випадках перші два варіанти можуть мати перевагу внаслідок своєї наочності і невеликого об'єму розрахунків.

У третьому розділі наводяться результати дослідження нелінійної рефракції кристалів α -SiC(6H).

На початку розділу описані особливості кристалічної і енергетичної структури карбіду кремнію. Наведені літературні дані про результати попередніх дослідів оптичної нелінійності в кристалах α -SiC(6H). Аналіз можливих механізмів з врахуванням малого часу релаксації нелінійності вказує на вирішальну роль вільних носіїв у формуванні нелінійності.

Результати наших дослідів підтвердили той факт, що нелінійна рефракція кристалів α -SiC(6H) визначається різковажними вільними носіями у зоні провідності. Це впливає з того, що величина нелінійності залежить від їх концентрації, яка визначається температурою та рівнем легування кристала азотом.

Для подальшої конкретизації механізму нелінійності надзвичайно важливою є частотна залежність нелінійного додатку ϵ_{nl} до показника заломлення та її залежність від інтенсивності збудження.

Дисперсія коефіцієнта нелінійної рефракції ρ_2 тонкого кристалу $\alpha\text{-SiC}(6\text{H})$ у червоній області спектру була знята за допомогою експериментальної методики, описаної у другому розділі. На Рис. 1 представлена отримана крива $\rho_2(\lambda)$ у межах контура лінії поглинання $\alpha(\lambda)$. Дисперсійна залежність ρ_2 має класичний вид із зміною знаку, а точка $\rho_2=0$ зсунута відносно максимуму $\alpha(\lambda)$ у короткохвильову область.

Отримані результати були проаналізовані на основі розробленої нами теоретичної моделі. Аналіз однозначно вказує на те, що оптична нелінійність кристалів карбіду кремнію $\alpha\text{-SiC}(6\text{H})$ при комнатній температурі у червоній області спектру визначається насиченням прямих переходів рівноважних вільних електронів між підзонами зони провідності, а релаксація нелінійності визначається розсіянням носіїв на іонізованих домішках. Таким чином, нами вперше була встановлена природа оптичної нелінійності карбіду кремнію.

Під час досліджень ми отримали ще один важливий фундаментальний результат: ефективна електронна маса у нижній підзоні зони провідності більша ніж у верхній.

Необхідно зазначити і прикладне значення результатів наших дослідів, під час яких в кристалах $\alpha\text{-SiC}(6\text{H})$ була виявлена велика ($\rho_2=6 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{V}$) та швидка ($\tau < 10^{-12} \text{ s}$) нелінійність поблизу довжини хвилі He-Ne лазера. Цей факт

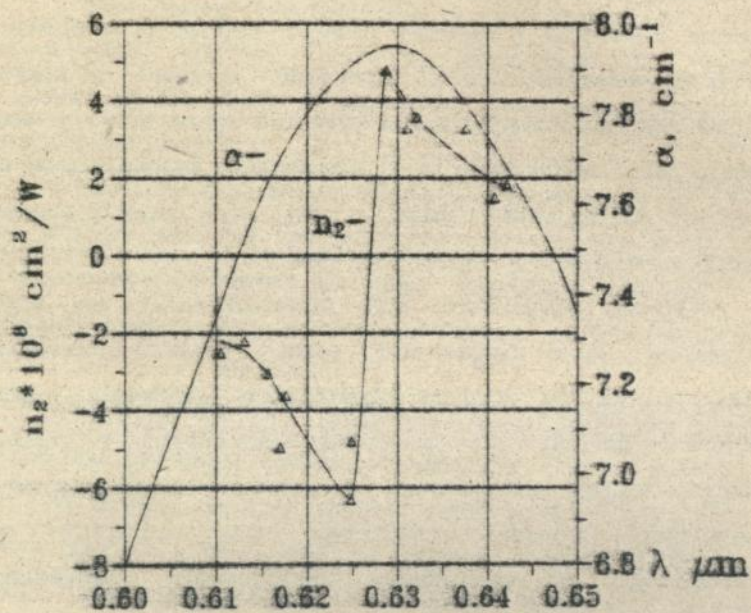


Рис. 1 Залежність нелінійного показника заломлення n_2 від довжини хвилі λ у межах контура лінії поглинання $\alpha(\lambda)$.

дуже важливий для побудови нелінійних оптичних пристроїв.

Результат нашої роботи по створенню ефективного бістабільного елемента на основі карбїду кремнію викладений у четвертому розділі дисертації.

Для створення бістабільного оптичного елемента (БЕ) традиційним є використання інтерферометру Фабрі-Перо, заповненого нелінійним середовищем. Дзеркала інтерферометру забезпечують позитивний зворотній зв'язок по інтенсивності. Карбїд кремнію, розташований між дзеркалами, здійснює нелінійний зсув резонансної частоти інтерферометру відносно частоти випромінювання. Якщо знак і величина початкового зсуву відповідним чином підібрані, то в такій системі реалізується бістабільність.

На основі тонкого кристалу α -SiC(6H) нами були реалізовані та оптимізовані бістабільні елементи двох видів: 1) на основі традиційного інтерферометру Фабрі-Перо з прецизійною п'єзоелектричною настановкою; 2) на основі голографічного інтерферометру. Другий варіант має на увазі заміну одного із дзеркал на голографічне, записане у Липмановській геометрії при наявності кристалу α -SiC(6H), фазові неоднорідності якого компенсує голографічне дзеркало. Воно записувалось у фотоемulsії на основі бромистого срібла.

Параметри бістабільного елемента такі: робоча довжина хвилі $\lambda=0,63+0,647\mu\text{m}$; характерний розмір $d=50\mu\text{m}$; добротність $F\sim 10$; робоча інтенсивність $I\sim 100\text{кВт/см}^2$; характерний час переключення $\tau=10^{-11}\text{с}$.

Внаслідок вад технології виготовлення голографічний

інтерферометр має меншу добротність, ніж звичайний. Але, внаслідок скомпенсованості неоднорідностей, ефективність його роботи навіть вища, ніж у звичайного інтерферометра. Головна однорідність і автоматична настройка - принципіальна перевага, що визначає перспективність голографічного лінійного інтерферометра.

Резонаторні схеми оптичної бістабільності (ОБ) мають деякі вади, пов'язані з багаторазовим проходженням світла між дзеркалами: великий час встановлення поля; високі вимоги до якості хвильового фронту світла та його когерентності. Тому актуальні безрезонаторні БЕ - зокрема поперечна бістабільність, пов'язана із нелінійним перерозподілом інтенсивності у поперечному перетині пучка.

Цей вид бістабільності досить широко досліджується, у тому числі в нашій лабораторії. В роботі представлений оригінальний БЕ на основі самофокусування в SiC (Рис.2). Нами був зроблений теоретичний аналіз умов існування бістабільності у такій схемі. Розрахунки показали, що режим бістабільності суттєво залежить від положення нелінійного кристалу відносно перетяжки вхідного пучка.

При розміщенні кристалу в положенні 1 (Рис.2) ця схема, у відповідності з теорією, повинна мати N-подібну характеристичну криву і при перевищенні вхідної інтенсивності вище деякого критичного значення мусить переключатися в стан з низьким пропусканням. Ситуація суттєво змінюється при переміщенні нелінійного кристала в положення 2. В цьому випадку БЕ повинен мати S-подібну характеристичну криву і при перевищенні вхідної інтенсивності вище деякого

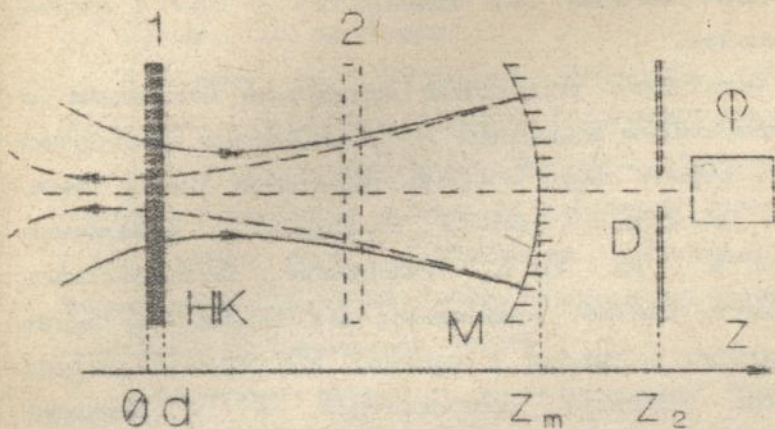


Рис.2. Схема бістабільного оптичного елемента: НК - нелінійний кристал, М - дзеркало зворотнього зв'язку, Д - діафрагма, Ф - фотодетектор, 1-положення НК до перетяжки вхідного пучка, 2-положення НК після перетяжки.

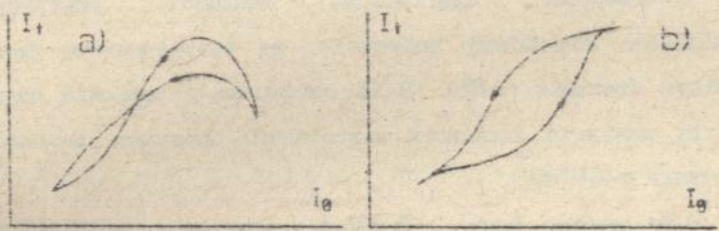


Рис.3. Залежність вихідної інтенсивності від вхідної а) у положенні 1 кристалу на Рис.2; б) у положенні 2 кристалу на Рис.2.

критичного значення буде переключатися у стан з високим пропусканням.

Користуючись результатами теоретичного моделювання ми експериментально реалізували БЕ із наступними параметрами: робоча довжина хвилі $\lambda=0.69\mu\text{м}$; характерний розмір $d=4\text{СМ}$; робоча інтенсивність $I\sim 3\text{МВ/см}^2$; характерний час переключення $\tau=3\cdot 10^{-10}\text{с}$. На Рис. 3 представлена експериментальна залежність вихідної інтенсивності від вхідної, що якісно погоджується із теорією. В залежності від положення кристалу відносно перетяжки спостерігаються S- і N-подібні гістерезисні криві.

Слід підкреслити, що, згідно з висновками теорії, існують передумови для зменшення часу переключення у досліджуваному елементі.

У заключенні сформульовані основні результати та висновки дисертації.

1. Розроблена оригінальна методика вимірювання коефіцієнта нелінійної рефракції, що відзначається високою точністю (похибка $\sim 5\%$). З її допомогою у червоній області спектру вимірена дисперсія нелінійного показника заломлення кристалів $\alpha\text{-SiC}(6\text{H})$.

2. На довжині хвилі $\lambda=0.647\mu\text{м}$ в кристалах $\alpha\text{-SiC}(6\text{H})$ була знайдена велика ($n_2=6\cdot 10^{-6}\text{см}^2/\text{В}$) та швидка ($\tau < 10^{-12}\text{с}$) нелінійність.

3. Вивчення та встановлення механізму нелінійності показника заломлення кристалу $\alpha\text{-SiC}(6\text{H})$. Показано, що нелінійна рефракція кристалів карбіду кремнію $\alpha\text{-SiC}(6\text{H})$ при кімнатній температурі у червоній області спектру пов'язана з

насяченням прямих переходов різноважних вільних електронів між підзонами зони провідності.

4. Показано що, переважним механізмом релаксації нелінійності є розсіювання носіїв на іонізованих домішках.

5. На основі голографічного нелінійного інтерферометру створений бістабільний елемент із наступними параметрами: робоча довжина хвилі $\lambda=0.63\pm 0.647\mu\text{m}$; характерний розмір $d=50\mu\text{m}$; добротність $F\sim 10$; робоча інтенсивність $I\sim 100\text{кВт/см}^2$; характерний час перемикання $\tau=10^{-11}\text{с}$.

6. Теоретично описана і експериментально реалізована нова схема поперечної бістабільності на основі "зовнішнього" самофокусування у кристалі харбїду кремнію.

Бурин О. М. Исследование природы нелинейности кристалла карбида кремния и ее приложения (рукопись).

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика твердого тела. Институт физики АН Украины, Киев, 1994.

Защищается 6 научных работ. Диссертационная работа посвящена исследованию природы нелинейности кристалла α -SiC(6H) и созданию на его основе бистабильных элементов.

Впервые установлено, что нелинейная рефракция кристаллов карбида кремния α -SiC(6H) в красной области спектра связана с насыщением прямых переходов равновесных свободных электронов между подзонами зоны проводимости, при преобладающем механизме рассеяния носителей на ионизированных примесях.

Buryn O.M. Study of silicon carbide crystal nonlinearity nature and its applications (manuscript).

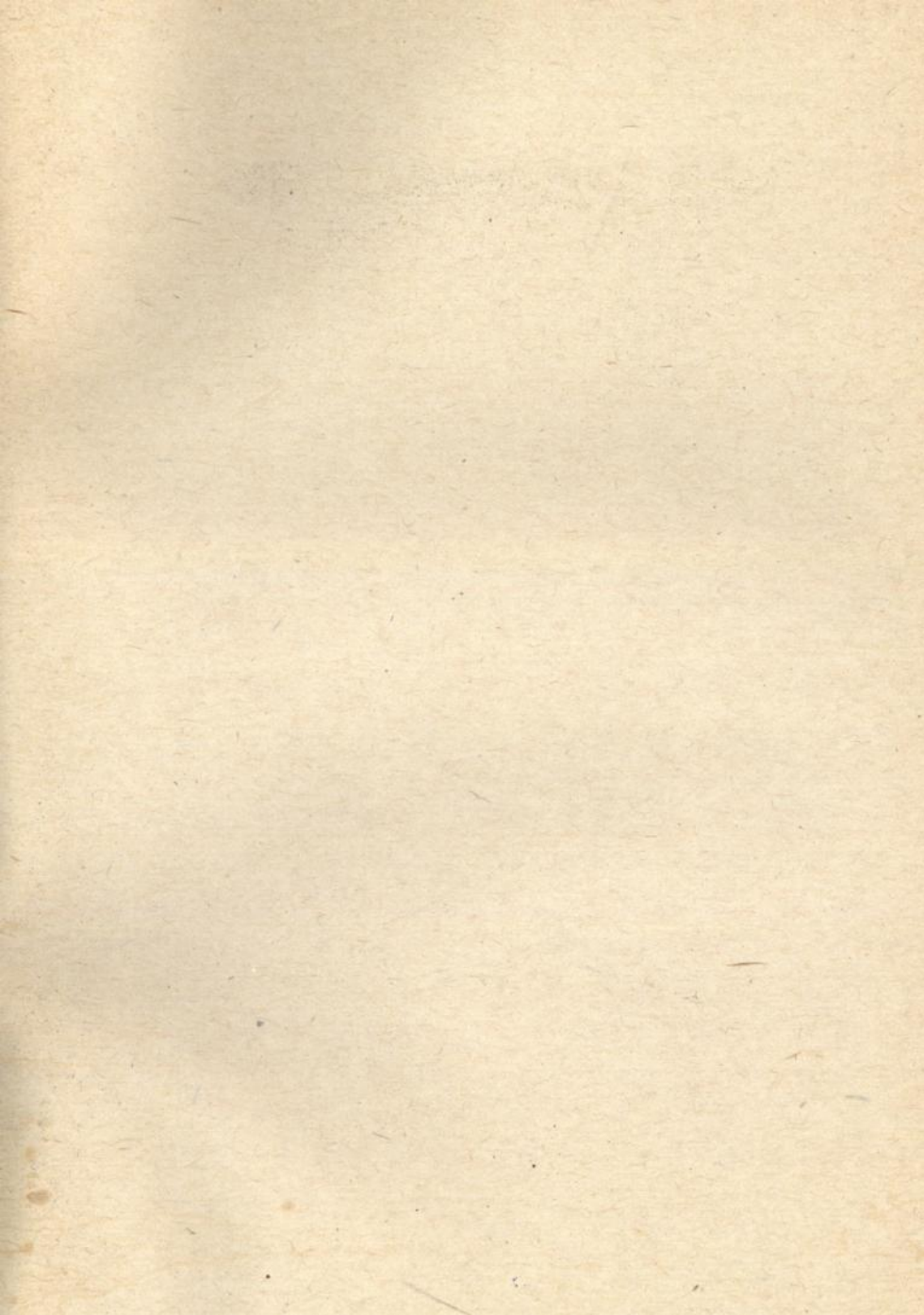
The thesis advanced for a degree of Ph. Doctor in physics in the speciality of 01.04.07 - solid-state physics, Institute of Physics NAS of Ukraine, Kyiv, 1994.

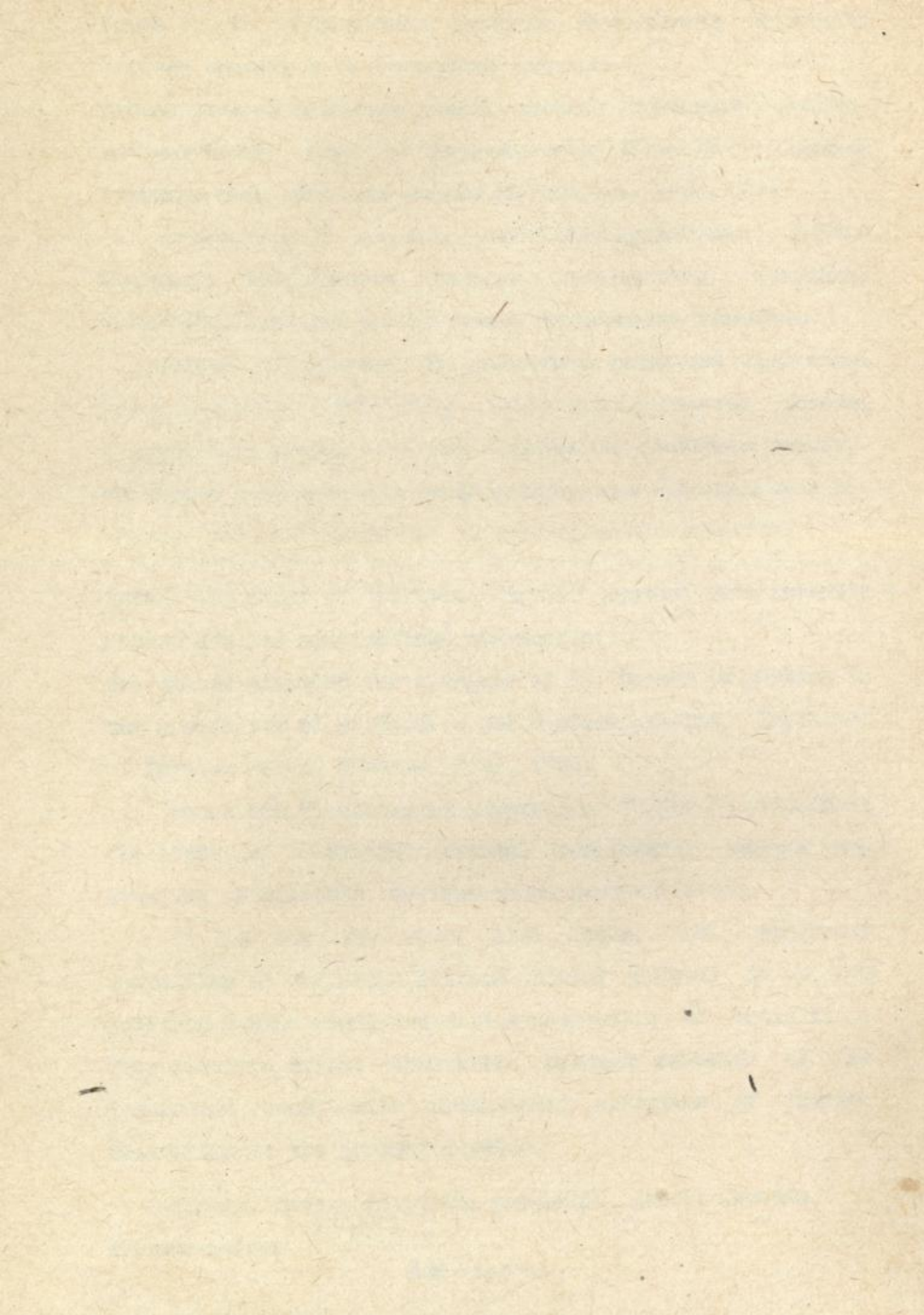
There are 6 scientific papers. The thesis is devoted to the study of α -SiC(6H) crystal nonlinearity nature and creation of bistable devices based upon α -SiC(6H).

It is for the first time found, that nonlinear refraction of α -SiC(6H) silicon carbide crystal in a red spectrum region connected with a saturation of equilibrium free electron direct transition between subbands of the conduction band, with predominant mechanism of carrier scattering at the ionized dopands.

Ключові слова: нелінійна рефракція, карбід кремнію, бiстабільність.

ЛНБ ім. В. С. ...
АН України





АВ 31.663

Безплатно