

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ФІЗИКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ

На правах рукопису
УДК 537.312.62

ГОМЕНЮК
Юрій Вікторович

**НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ЕЛЕКТРОПОЛЬОВИХ ЕФЕКТІВ НА ПОВЕРХНІ ВТНП –
СПОЛУК**

01.04.07 – фізика твердого тіла

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Київ - 1997

Гоменюк

АВ 37.132

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті фізики напівпровідників НАН України.

Наукові керівники: –член-кореспондент НАН України,
доктор фізико-математичних наук,
професор Лисенко В.С.,
–кандидат фізико-математичних наук,
ст. наук. співробітник Тягульський І.П.

Офіційні опоненти: –доктор фізико-математичних наук,
професор Мелков Г.А.,
–кандидат фізико-математичних наук,
ст. наук. співробітник Журавльов А.Х.

Провідна організація: Інститут фізики НАН України, м. Київ

Захист відбудеться "21" березня 1997 року о 16 год. 15 хв. на засіданні Спеціалізованої ради К 50.07.02 в Інституті фізики напівпровідників НАН України (252028 Київ-28, пр. Науки, 45).

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Інституту фізики напівпровідників НАН України.

Відгуки на автореферат у двох примірниках просимо надсилати за адресою: 252028 Київ-28, пр. Науки, 45, Інститут фізики напівпровідників НАН України.

Автореферат розісланий "21" лютого 1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради К 50.07.02
кандидат фіз.-мат. наук



Рудько Г.Ю.

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00752430 (L)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми.

У ряді теоретичних робіт були висловлені припущення, що сильні електростатичні поля, прикладені перпендикулярно до поверхні, змінюють електрофізичні властивості поверхневого шару надпровідників внаслідок модуляції густини вільних носіїв заряду в цьому шарі. Високотемпературні надпровідники (ВТНП) характеризуються, порівняно з низькотемпературними надпровідниками, відносно низькою концентрацією вільних носіїв заряду та дуже малою довжиною когерентності. Завдяки такому унікальному поєднанню властивостей глибина проникнення електричного поля всередину зразка і довжина когерентності повинні бути одного порядку величини. Внаслідок цього електричне поле має впливати на такі фундаментальні параметри надпровідників, як критична температура переходу в надпровідний стан (T_c), густина критичного струму (J_c), друге критичне магнітне поле (H_{c2}) та інші.

Експериментальні дослідження зміни критичних параметрів надпровідників під впливом електричного поля, що прикладене до поверхні, дають можливість перевірити адекватність описання надпровідності за допомогою існуючих теоретичних моделей, встановити границі застосування теоретичних уявлень щодо реальних структур та пролити світло на природу явища високотемпературної надпровідності. На час постановки задачі дисертації в науковій літературі були відсутні дані щодо експериментального спостереження ефектів електричного поля в високотемпературних надпровідниках.

З іншого боку, існує суто практичний аспект проблеми. ВТНП матеріали можуть знайти традиційне застосування в сучасній мікроелектроніці для виготовлення, наприклад, схем на

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

основі ефекту Джозефсона, сквід-магнітометрів, магнітних екранів. Надпровідникові сполуки можуть бути використані також для НВЧ приладів, таких як мікросмужкові лінії передачі, фільтри, резонатори, перемикачі, модулятори. При цьому нові матеріали дозволяють розширити діапазон робочих температур до температури рідкого азоту, що значно знижує витрати на охолодження.

Особливий інтерес представляють нетрадиційні засоби використання ВТНП сполук в трививідних приладах на основі ефекту поля, аналогічних напівпровідниковим МДН (метал – діелектрик – напівпровідник) транзисторам. В ідеальному випадку такі транзистори повинні мати дуже малі омичні втрати завдяки нульовому опору каналу у відкритому стані. Тому дослідження впливу зовнішнього електричного поля на транспортні властивості надпровідників мають велике практичне значення.

Мета та завдання роботи. Метою даної роботи є комплексне дослідження впливу постійного електричного поля, що прикладене до поверхні, на електрофізичні властивості та критичні параметри високотемпературних надпровідників. Для виконання поставленої мети вирішувались такі завдання:

- експериментальні дослідження впливу постійного електричного поля, що прикладене до поверхні ВТНП зразків, на критичну температуру переходу в надпровідний стан з метою перевірки теоретичних уявлень щодо кореляції між концентрацією носіїв та критичними параметрами;
- дослідження електропольових ефектів в ВТНП плівках на базі ітрію та вісмуту при температурах вище критичної з метою встановлення фізичних механізмів зародження надпровідності в високотемпературних надпровідниках, що відрізняються ступенем анізотропії кристалічної структури;

- дослідження індукованих електростатичним полем змін другого критичного магнітного поля в керамічних та тонкоплівкових ВТНП зразках з метою уточнення фізичних механізмів руйнування надпровідного стану в магнітних полях;
- дослідження впливу електростатичної зарядженості поверхні на особливості пінінгу ліній магнітного потоку в ВТНП тонких плівках для визначення відносної долі поверхневих та об'ємних центрів пінінгу в різних магнітних полях;
- дослідження поведінки густини критичного струму в електростатичних та магнітних полях з метою визначити основні механізми обмеження критичного струму та вивчити можливості керування критичним струмом за допомогою зовнішнього електричного поля.

Наукова новизна роботи.

1. Вперше спостерігався зсув T_c під впливом зовнішнього електростатичного поля в керамічних та тонкоплівкових зразках ВТНП сполук на основі ітрію та вісмуту. Знайдено, що збільшення критичної температури відбувається при прикладанні від'ємного поля, що відповідає збагаченню поверхні зразка дірками.
2. Показано, що в $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ тонкій плівці від'ємне електричне поле зменшує величину додаткової провідності в області тривимірних (3D) флуктуаций параметра порядку.
3. На $(Bi,Pb)_2Sr_2Ca_2Cu_3O_x$ тонкій плівці, яка має більш сильну анізотропію порівняно з ітрієвою, від'ємне електростатичне поле призводить до збільшення амплітуди термодинамічних флуктуаций параметра порядку.
4. Показано, що від'ємне електричне поле збільшує друге критичне магнітне поле H_{c2} в керамічних $Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ та в

тонкоплівковому $(\text{Bi,Pb})_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ зразках. В ітрієвих ВТНП цей ефект пов'язаний з посиленням надпровідних властивостей приповерхневих шарів гранул, а в вісмутовій ВТНП плівці є наслідком збільшення енергії пінінгу.

5. Показано, що від'ємне електричне поле збільшує активаційну енергію кріпа магнітного потоку у вісмутовій ВТНП плівці в діапазоні магнітних полів від 10 до 200 Е.

6. Знайдено ефект збільшення густини критичного струму J_c тонких ВТНП плівок на основі ітрію та вісмуту під впливом від'ємного електростатичного поля. Досліджено поведінку J_c вісмутових ВТНП плівок в магнітних полях.

Практична цінність роботи. Проведені дослідження дозволили перевірити адекватність опису явища високотемпературної надпровідності за допомогою існуючих теоретичних моделей. В результаті досліджень була з'ясована фізична природа впливу електричного поля на критичні параметри ВТНП сполук. Отримані результати свідчать про можливість створення на основі високотемпературних надпровідників мікроелектронних приладів, що керуються зовнішнім електричним полем.

Положення, що виносяться на захист:

1. Від'ємне електричне поле, прикладене до поверхні ВТНП зразка, підвищує критичну температуру надпровідного переходу внаслідок збільшення концентрації носіїв заряду в приповерхневому шарі.

2. Збільшення другого критичного магнітного поля керамічних ВТНП зразків ітрієвої системи під впливом від'ємного електричного поля зумовлене покращенням надпровідних властивостей поверхні гранул.

3. Збільшення другого критичного магнітного поля тонких ВТНП плівок на основі вісмуту під впливом від'ємного електричного

півок на основі вісмута під впливом від'ємного електричного поля пояснюється посиленням пінінгу ліній магнітного потоку.

4. Від'ємне електричне поле збільшує активаційну енергію кріпа магнітного потоку у вісмутівій ВТНП півці. Таке збільшення спостерігається у відносно слабких магнітних полях (до 200 E). В більш сильних магнітних полях прикладання електричного поля перестає впливати на електричний опір зразка, тому що визначальну роль в виникненні резистивного стану відіграють процеси пінінгу на об'ємних центрах.

5. Густина критичного струму ВТНП півок модулюється шляхом прикладання електричного поля до їх поверхні. Ефект пояснюється спільною дією двох механізмів: по-перше, покращенням міжгранульного спарювання, та, по-друге, посиленням пінінгу ліній магнітного потоку.

Ступінь достовірності. Достовірність отриманих результатів забезпечується застосуванням надійної та досконалої методики ефекту поля, яка з успіхом використовується в дослідженнях електрофізичних характеристик напівпровідних матеріалів. Порівняльні дослідження проводились на зразках, що відрізняються мікроструктурою (кераміка, полікристалічні епітаксialні тонкі півки), хімічним складом (на основі ітрію та вісмуту), величиною критичної температури. Результати експериментів порівнювались з теоретичними розрахунками.

Апробація роботи. Головні результати роботи доповідались та обговорювались на Міжнародній конференції з високотемпературної надпровідності ІСМС'90 (Гарміш-Партенкирхен, Німеччина, 1990); Восьмій Міжнародній конференції з йонно-променевої модифікації матеріалів ІВММ'92 (Гейдельберг, Німеччина, 1992); Четвертій Міжнародній конференції "Матеріали та механізми надпровідності. Високотемпературна надпро-

відність" $M^2S-NTSC-IV$ (Гренобль, Франція, 1994); Міжнародним симпозиумі "Низькотемпературна електроніка та високотемпературна надпровідність" (Ріно, США, 1995); Другій Європейській конференції з низькотемпературної електроніки WOLTE 2 (Льовен, Бельгія, 1996).

Публікації. Основні результати дисертації опубліковані в 10 роботах, перелік яких наведено у кінці автореферату. Всі статті написані в співавторстві.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох глав, висновків, та перелику цитованої літератури з 131 найменування. Вона викладена на 133 сторінках, містить 33 малюнка.

Особистий внесок автора. В дисертаційній роботі узагальнені результати досліджень, виконаних автором особисто, в межах завдань, сформульованих науковими керівниками. Безпосередньо автором проводився аналіз літературних джерел, підготовка експериментів, вимірювання електрофізичних та магнітних характеристик, математична обробка та інтерпретація експериментальних результатів, підготовка статей до друку.

КОРОТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульована мета роботи, наукова новизна, практична цінність та основні результати, що виносяться на захист. Дано стислий зміст роботи по главах.

Перша глава дисертації присвячена викладенню сучасного стану проблеми. В главі приведені відомі на цей час факти, на основі яких була сформульована мета дослідження ефекту електричного поля в надпровідниках, а також описана методика проведення експериментів.

В п. 1.1 зроблено огляд теоретичних робіт з даного питання.

В цих роботах, як правило, розглядається випадок ідеального, монокристалічного надпровідника, та вивчається вплив електричного поля тільки на критичну температуру переходу в надпровідний стан (T_c). Обговорюється також можливість створення шару с підвищеною критичною температурою в приповерхневій області надпровідника, або генерації надпровідного стану на поверхні напівпровідника при прикладанні електричного поля до поверхні. Далі, в п. 1.2 міститься огляд літератури, що присвячена експериментальним дослідженням ефектів електричного поля в низькотемпературних надпровідниках. В п. 1.3 описано потенційні можливості практичного використання високотемпературних надпровідників в сучасній мікроелектроніці, в тому числі в приладах, в яких передбачена можливість зміни поверхневих властивостей ВТНП за допомогою зовнішнього електричного поля.

В п. 1.4 представлено схему підготовки зразків до вимірювань та детально описано експериментальний метод досліджень. Резистивні вимірювання проводилися стандартним чотиризондовим методом постійного струму. Для прикладання електростатичного поля до поверхні використовувалась структура "метал – діелектрик – надпровідник". Величина напруженості електричного поля поблизу поверхні зразка досягала 5×10^5 В/см.

Друга глава присвячена опису результатів експериментів із впливу електростатичного поля на критичну температуру та додаткову флуктуаційну провідність високотемпературних надпровідників. Вимірювання температурних залежностей опору ВТНП зразків при прикладанні постійного електричного поля до поверхні дозволили вперше експериментально спостерігати польові ефекти в керамічних та тонкоплівкових високотемпературних надпровідниках на основі ітрію та вісмуту. В

експериментах було знайдено, що електричне поле впливає на опір зразків в нормальній, металічній фазі, впливає на процеси зародження надпровідного стану в області флуктуаційно підсиленої провідності при температурах дещо вищих від критичної, а також змінює властивості ВТНП зразків в температурній області надпровідного переходу. Величина збільшення T_c при прикладенні до поверхні від'ємного електричного поля досягала 6 К в керамічних $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO) та 0.6 К в тонкоплівкових $(\text{Bi,Pb})_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (BSCCO) зразках.

Як можливі фізичні механізми, що призводять до збільшення критичної температури, було розглянуто концентраційний механізм, згідно з яким збільшення концентрації основних носіїв заряду призводить до збільшення T_c приповерхневого шару, та п'єзоелектричний механізм, який полягає в тому, що електричне поле індукуює механічні напруження в приповерхневому шарі, і зміна критичної температури є наслідком цих механічних напружень. Той факт, що позитивне електричне поле не призводило до збільшення критичної температури, дозволило зробити висновок щодо концентраційного механізму ефекту поля, оскільки п'єзоелектричний механізм мав би проявлятися незалежно від знака поля, що прикладається.

З метою встановлення механізмів зародження надпровідного стану в ВТНП матеріалах з різним ступенем анізотропії кристалічної структури, були проведені порівняльні дослідження додаткової провідності, яка зумовлена термодинамічними флуктуаціями параметра порядку, на YBCO і BSCCO тонких плівок. Було знайдено, що в тонкій YBCO плівці від'ємне електричне поле зменшує амплітуду термодинамічних флуктуацій параметра порядку в області тривимірних (3D) флуктуацій. На BSCCO тонкій плівці, яка відрізняється більшою анізотропією та;

відповідно, більш слабким міжшаровим спарюванням, аналогічні вимірювання не виявили 3D області. Від'ємне електричне поле призводило до збільшення величини термодинамічних флуктуацій в цьому зразку, що відповідає результатам теоретичних обчислювань, проведених з використанням квазі-двовимірної теорії Бардіна – Купера – Шріффера (БКШ), згідно з якою таке збільшення є наслідком більшої концентрації носіїв.

В третій главі представлено результати дослідження впливу електричного поля на електрофізичні параметри ВТНП зразків в температурній області, в якій опір надпровідника наближається до нуля. В цій області надпровідний когерентний стан існує всередині надпровідних гранул, а залишковий опір зумовлений або дисіпацією внаслідок кріпа магнітного потоку, або ефектами слабких міжгранульних зв'язків. Резистивні вимірювання поблизу точки нульового опору дозволили визначити енергію активації ліній магнітного потоку, яка характеризує процеси кріпа потоку та пов'язана з глибиною потенційної ями центрів пінінгу. Знайдено, що зовнішнє електричне поле здатно змінити енергію активації, що в свою чергу призводить до модуляції величини критичних параметрів, зокрема, другого критичного магнітного поля.

Дослідження температурних залежностей другого критичного магнітного поля H_{c2} проводились на керамічних надпровідниках системи $Y-Ba-Cu-O$, легуваних празеодимом, та на тонкоплівкових ВТНП зразках вісмуткової системи. Заміщення ітрію празеодимом в кераміці $Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ призводить до зменшення критичної температури надпровідного переходу від 92 К при $x=0$ до 35 К при $x=0.4$. Це дало змогу вивчати електропольові ефекти в більш широкому температурному діапазоні. Було показано, що в керамічних

$Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-δ}$ зразках існують дві температурні області, в яких руйнування когерентного надпровідного стану при збільшенні зовнішнього магнітного поля відбувається або на діелектричних міжгранульних прошарках, або в приповерхневих шарах надпровідних гранул. Під впливом від'ємного електричного поля H_{c2} збільшувалося на зразках з $x=0.1$ та 0.2 в температурній області, яка відповідає руйнуванню надпровідності на поверхні гранул.

Інша ситуація спостерігається у вісмутовій ВТНП півці, де визначальну роль у виникненні резистивного стану при температурах нижчих від критичної відіграють процеси термічно активованого кріпа магнітного потоку. В цьому випадку від'ємне електричне поле, індукуючи додатковий заряд поблизу поверхні, збільшує глибину енергетичної ями центрів пінінгу, що призводить до зменшення кріпа потоку та, в свою чергу, до збільшення величини H_{c2} .

Порівняння результатів вимірювання опору YBCO та BSCCO півок поблизу точки $R=0$ свідчить про те, що пінінг вихорів в Ітрієвому ВТНП зразці значно більший. Очевидно, завдяки високому значенню активаційної енергії прикладання електричного поля до поверхні Ітрієвого зразка не впливає на значення енергії активації, але все ж таки призводить до зменшення величини опору.

У вісмутовій ВТНП півці від'ємне електричне поле збільшує енергію активації ліній магнітного потоку U_0 . Таке збільшення спостерігається в магнітних полях величиною до 200 Е. В більш сильних магнітних полях визначальну роль в виникненні резистивного стану відіграють процеси пінінгу потоку на об'ємних, а не поверхневих центрах, та прикладання електричного поля перестав впливати на електричний опір зразка.

В п. 3.3.3 проведено теоретичний розрахунок впливу електростатичного поля на рух вихорів магнітного потоку на основі моделі, що враховує пружність лінії потоку, силу Лоренца, процеси пінінгу та термічні флуктуації. Результати математичних розрахунків якісно підтверджують результати експериментів.

Четверта глава присвячена викладенню результатів досліджень критичних струмів високотемпературних надпровідників в електростатичних та магнітних полях. В п. 4.1 зроблено огляд сучасних уявлень про природу та механізми обмеження критичного струму в ВТНП сполуках. Відомо, що густина транспортного критичного струму (J_c) ВТНП матеріалів може визначатися або розпадом надпровідних пар на міжгранульних слабких зв'язках (обмежена Джозефсонівськими переходами J_J), або термічною активацією ліній магнітного потоку, що призводить до кріпа потоку в зразку (обмежена кріпом потоку J_K). Перевага того чи іншого механізму контролю J_c залежить від структури та технології виготовлення зразка.

В п. 4.2 описано результати вимірювань критичних струмів тонких ВТНП плівок на основі ітрію та вісмуту при температурах нижче точки нульового опору за відсутності та при прикладанні до поверхні електричного поля. В результаті проведених досліджень була вперше експериментально продемонстрована принципова можливість керування критичним струмом ВТНП сполук за допомогою зовнішнього електричного поля. Було показано, що від'ємне електричне поле призводить до збільшення густини критичного струму в тонких ВТНП плівках.

Цей ефект пояснюється спільною дією двох механізмів. По-перше, індуковане електричним полем збільшення концентрації основних носіїв заряду поблизу поверхні зразка та в приповерхневих шарах надпровідних гранул призводить до

зменшення Джозефсонівських бар'єрів між кристалітами та до покращення міжгранульного спарювання. По-друге, збагачення поверхні основними носіями збільшує глибину потенційної ями індивідуального центру пінінгу, внаслідок чого зменшується кріп потоку та, відповідно, збільшується критичний струм.

Густина критичного струму збільшується також в результаті йонної імплантації киснем, однак на імплантованих плівках ефект збільшення J_c при прикладенні електричного поля відсутній.

Вимірювання в магнітних полях показали, що вплив електричного поля проявляється лише в слабких магнітних полях (до 500 E). В більш сильних магнітних полях основним фактором, що впливає на електрофізичні характеристики, стає магнітне поле, тому що глибина його проникнення в зразок стає більшою за глибину проникнення електричного поля.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

1. Встановлене збільшення критичної температури надпровідникового переходу під впливом від'ємного електростатичного поля, прикладеного до поверхні, в керамічних ВТНП зразках ітрієвої системи та в тонкій ВТНП плівці на основі вісмуту. Ефект не спостерігається при протилежній полярності електричного поля, що дозволило зробити висновок щодо концентраційного механізму ефекту поля. Отримані результати є підтвердженням, по-перше, теоретично передбаченої залежності критичної температури від концентрації основних носіїв заряду та, по-друге, діркового характеру провідності купратних ВТНП сполук.
2. Дослідження додаткової провідності в температурній області термодінамічних флуктуацій параметра порядку показали, що в режимі тривимірних флуктуацій, який спостерігався в YBCO тонкій плівці, прикладання від'ємного електричного поля

зменшує амплітуду флуктуацій.

3. Дослідження додаткової провідності в ВТНП плівці вісмутової системи, яка характеризується граничною анізотропією, не виявили області тривимірних флуктуацій параметра порядку. Від'ємне поле в цьому випадку збільшує амплітуду флуктуацій згідно з моделлю, що базується на квазідвовимірній теорії БКШ.

4. Збільшення другого критичного магнітного поля під впливом електричного поля в керамічних $Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ зразках пов'язане з покращенням міжгранульного спарювання. В тонких $(Bi,Pb)_2Sr_2Ca_2Cu_3O_x$ плівках аналогічний ефект зумовлений посиленням пінінгу вихорів магнітного потоку.

5. Збільшення концентрації носіїв поблизу поверхні, індуковане електричним полем, призводить до збільшення глибини потенційної ями поверхневих центрів пінінгу. В результаті збільшується активаційна енергія пінінгу вихорів, визначена з вимірювань температурних залежностей опору зразків поблизу точки нульового опору.

6. Збільшення густини критичного струму при прикладанні до поверхні високотемпературних надпровідників від'ємного електричного поля зумовлене дією двох механізмів: посиленням міжгранульного спарювання внаслідок збільшення концентрації носіїв та посиленням пінінгу вихорів. Цей ефект спостерігається у відносно слабких магнітних полях (до 200 E), оскільки при більших значеннях магнітного поля вклад поверхневого шару, на який впливає електричне поле, в транспортні процеси стає вкрай малим порівняно з об'ємом.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ

В РОБОТАХ:

1. Ю.В.Гоменюк, В.З.Лозовський, В.С.Лисенко, К.І.Походня, О.В.Снітко, Т.М.Ситенко, І.П.Тягульський Аномальна зміна

- властивостей високотемпературних надпровідників $Y-Ba-Cu-O$ в сильних електростатичних полях //Доповіді АН УРСР, сер. А. – 1989. – №11. – с. 48–50.
2. Ю.В.Гоменюк, Н.И.Клюй, В.З.Лозовский, В.С.Лысенко, А.Ю.Прокофьев, Б.Н.Романюк, Т.Н.Сытенко, И.П.Тягульский. Влияние электростатических полей на критический ток пленок $Y-Ba-Cu-O$, имплантированных ионами кислорода //Сверхпроводимость: физика, химия, техника. – 1991. – 4, №4. – с. 762–764.
3. Y.V.Gomeniuk, V.Z.Lofovski, V.S.Lysenko, I.P.Tyagulski, V.N.Variukhin. Effect of strong electrostatic field on the properties of $Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ceramics //Physica Status Solidi (a). – 1992. – 132, №1. – p.155–161.
4. В.Н.Варюхин, Ю.В.Гоменюк, В.З.Лозовский, В.С.Лысенко, И.П.Тягульский. Усиление сверхпроводимости на поверхности керамики $Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ в сильных электростатических полях //Физика низких температур. – 1992. – 18, №12. – с.1309–1314.
5. Y.V.Gomeniuk, V.Z.Lofovski, V.S.Lysenko, I.P.Tyagulski. Excess conductivity and thermally activated dissipation studies under strong electrostatic field in $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ thin films //Solid State Comm. – 1993. – 85, №7. – p.643–646.
6. Y.V.Gomeniuk, V.Z.Lofovski, V.S.Lysenko, I.P.Tyagulski. Critical currents in oxygen-implanted $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ thin films under magnetic and electrostatic fields //Physica C. – 1993. – 214, №1–2. – p.127–132.
7. V.S.Lysenko, Y.V.Gomeniuk, V.Z.Lofovski, I.P.Tyagulski, V.N.Varyukhin. Electric field effect on excess conductivity in high- T_c superconductors //Physica C. – 1994. – 235-240. – p.2631–2632.
8. V.S.Lysenko, Y.V.Gomeniuk, I.P.Tyagulski, I.N.Osiyuk,

V.Z.Loзовski, V.N.Varyukhin. Thermally activated dissipation and upper critical magnetic field under the strong electrostatic field in the BiPbSrCaCuO thin film //Journ. de Physique IV, Col.3. — 1996. — 6. — p.271 — 276.

9. V.S.Lysenko, Y.V.Gomeniuk, V.Z.Loзовskii, I.P.Tyagul'ski, I.N.Osiyuk, V.N.Varyukhin. Dissipation behaviour and critical currents under the strong electrostatic field in the BiPbSrCaCuO thin film //Proc. of the Symposium on Low Temp. Electronics and High Temp. Superconductivity (Reno, Nevada, U.S.A., May 21 — 26, 1995), ed. by C.L.Claeys, S.I.Raider, R.K.Kirschman, W.D.Brown, Proc. vol. 95-9, The Electrochem. Soc. Inc., 1995, p.148 — 154.

10. O.V.Snitko, Y.V.Gomeniuk, V.Z.Loзовskii, V.S.Lysenko, K.I.Pokhodnya, I.P.Tyagul'ski. The influence of strong electrostatic fields on HTSC //Abstracts of ICMC-90 Topical Conference on High Temperature Superconductivity, May 9 — 11, 1990, Garmisch-Partenkirchen, Germany, abs. No. MS-09, p.273.

SUMMARY

Gomeniuk Y. V. "Low temperature investigations of electric field effects at the surface of high- T_c superconductors". Thesis (manuscript) applied for a degree of Candidate of Sciences in Physics and Mathematics. Speciality 01.04.07—solid state physics. Institute of Semiconductor Physics of NAS of Ukraine, Kiev, 1997.

The results of investigations of dc electric field effects on electro-physical properties of a high- T_c superconductor surface in various temperature regions published in 10 papers are summarised. For the first time an increase in the transition critical temperature under the negative electric field in ceramic and thin film high- T_c samples was observed. The upper critical magnetic field and the critical current density were found to vary in strong electrostatic fields. The effects are explained by enhancement of superconducting properties due to the increase of the

carrier concentration near the surface.

АННОТАЦИЯ

Гоменюк Ю. В. "Низкотемпературные исследования электрополевых эффектов на поверхности ВТСП соединений". Диссертация (рукопись) на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика твердого тела. Институт физики полупроводников НАН Украины, Киев, 1997.

Защищается 10 научных работ, в которых представлены результаты исследования влияния постоянного электрического поля на электрофизические свойства поверхности ВТСП соединений в различных температурных интервалах. Впервые наблюдалось повышение критической температуры перехода в керамических и тонкопленочных ВТСП образцах под действием отрицательного электрического поля. Обнаружено, что второе критическое магнитное поле и плотность критического тока также изменяются в сильных электростатических полях. Эффекты объясняются усилением сверхпроводящих свойств вследствие увеличения концентрации носителей вблизи поверхности.

Ключові слова: високотемпературна надпровідність, купратні металооксиди, ефект поля, критичні параметри, флуктуаційна провідність, пінінг вихорів.

План до друку 12.02.96. Формат 80x110. Папір офс.
Умови друку арк. 0,9. Об'єм видр. арк. 0,5. Тір. 100. Зам. 1-1110

ВАТ «Київська друкарня індустріяльн. книги»
252030 Київ, вул. І. Хмарицького, 19

435452

AB 37.132