

наведені для трансформаторів, що працюють за частоти 50 Гц, то можна зробити висновок, що у високочастотних малопотужних трансформаторах втрати ХХ є ще істотнішими і для них запропонований підхід може мати велике значення.

Отже, запропоноване використання обертового перемагнічування підвищує енергоощадність трансформатора, зменшуючи втрати холостого ходу, тобто втрати на гістерезис та вихрові струми в осерді. Найбільші переваги такого використання спостерігатимуться у високочастотних малопотужних трансформаторах, які мають широке використання в імпульсних джерелах живлення, сигнальних трансформаторах, модемах тощо.

**С. Яцухненко**

*Науковий керівник – проф. І.П. Островський*

## **ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ТА МАГНЕТООПІР НИТКОПОДІБНИХ КРИСТАЛІВ КРЕМНІЮ**

Дослідження магнетоопору (МО) легованих ниткоподібних кристалів (НК) Si дозволяє поглибити знання про характер їх провідності в області криогенних температур, а також визначити умови легування кристалів для створення сенсорів працездатних в сильних магнітних полях.

Метою роботи є дослідження електропровідності та магнетоопору НК Si з діаметрами 5–40 мкм, легованих домішкою В до концентрацій поблизу ПМД, у температурному інтервалі 4,2–300 К, частотному діапазоні  $1-1 \cdot 10^6$  Гц та сильних магнітних полях до 14 Тл для з'ясування впливу розмірності на провідність таких кристалів.

Вимірювання провідності зразків на змінному струмі проводилося на імпедансному спектрометрі фірми Eсо Chemіe в широкому частотному діапазоні від 0,01 Гц до 1 МГц при температурах 4,2 та 300 К.

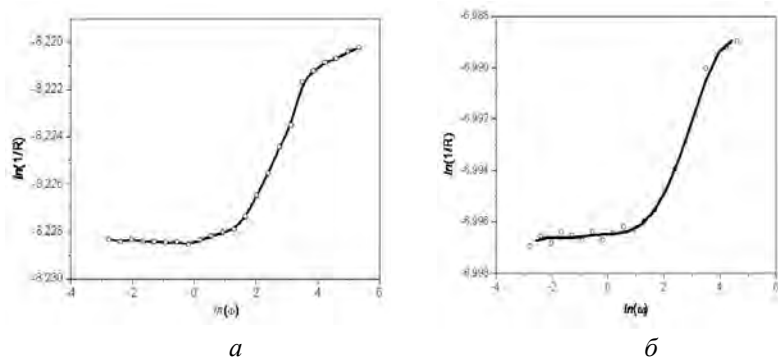
**Результати експерименту.** На температурних залежностях провідності в інтервалі низьких температур спостерігають особливості, зокрема максимум за температури 10–15 К, який більше виражений у кристалах більшого діаметра, та немонотонний характер зміни опору в області вищих температур від 60 до 200 К. Також виявили від'ємний магнетоопір (ВМО) в НК з концентрацією домішки, близькою до кри-

тичної для ПМД. Зауважимо, що в НК від'ємний магнетоопір спостерігався лише в повздовжньому магнітному полі, тоді як ми виявили його в поперечному полі. З розрахунків видно, що у кристалах більшого діаметра ВМО виражений більше, тоді як у кристалах меншого діаметра ВМО практично малопомітний.

**Обговорення результатів.** Досліджувані кристали мають достатньо великі поперечні розміри ( $d > 5$  мкм). Тому виявлені розмірні залежності неможливо пов'язати з проявом квантових чи мезоскопічних розмірних ефектів.

Для визначення концентрацій домішок в НК кремнію було проведено вимірювання частотних залежностей опору НК Si з різним діаметром.

Одним із можливих механізмів перенесення заряду в сильно легованих і компенсованих напівпровідниках є термічно активовані перескоки. Використовуючи таку частотну залежність провідності напівпровідника та отримані експериментальні результати (рисунок), було оцінено середню довжину стрибка та концентрацію донорних домішок у кристалах.



*Частотні залежності провідності НК Si <В, Au> різного діаметра:  
а –  $d = 5-10$  мкм; б –  $d = 25-35$  мкм при  $T = 300$  К*

За допомогою методу імпедансної спектроскопії переконалися, що у досліджуваних зразках концентрація домішок дещо перевищує критичну концентрацію для ПМД:  $N_D = 5,0 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ . та  $5,2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ ;

$N_{Au} = 1,8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$  та  $2,8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$  для зразків з діаметрами 5–10 мкм та 25–35 мкм, відповідно.

Виявлені відмінності у температурній зміні опору та польових залежностях магнетоопору для НК різного діаметра можна порівняти з різним ступенем легування кристалів.

Наявність низькотемпературного максимуму на температурних залежностях опору у кристалах більшого діаметра можна пов'язати з проявом ефекту Кондо, пов'язаного з процесами переорієнтації спінів у парах електронів, яке має місце за температури 15 К.

На основі проведених досліджень можна зробити такі **висновки**: на основі аналізу імпедансних спектрів НК визначено концентрації акцепторних та глибоких донорних домішок у кристалах різного діаметра; вперше встановлено появу ВМО у поперечному магнітному полі у легуваних НК Si з концентрацією легуючої домішки, що відповідає переходу метал-діелектрик.

**В. Варишук**

*Науковий керівник – ст. викл. І.В. Демкович*

## **РОЗРОБКА СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЮВАЧА НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЖАРИВОК**

Світлодіодні енергозберігаючі лампи швидкими темпами стають сучасною альтернативою традиційним лампам розжарювання. Такі лампи призначені для використання як на вулиці, так і в приміщеннях, поєднують в собі традиційне виконання (цоколь Е-27, Е-14, тощо) і високу надійність, відсутність ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювання шкідливого для здоров'я, високу насиченість і чистоту кольору.

У роботі описано основні особливості та принципи проектування світлодіодних ламп. Для виготовлення моделі лампи вибрано циліндричну колбу Т38 з внутрішнім діаметром  $d_{c1} = 36.5$  мм і зовнішнім діаметром  $d_c = 38.5$  мм. Тіло свічення являє собою восьмигранну призму, на гранях якої рівномірно розташовані 30 шт. СВД ТЗС006L А-А168А і елементи блока живлення цих СВД загальною потужністю 8 Вт. Спроектвано драйвер для СВД, який являє собою джерело струму на 14 мА на ланцюг з 15 СВД.