

УДК 621.328.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТОМОГО ОПОРУ ОМІЧНИХ КОНТАКТІВ ДО КРЕМНІЄВИХ ЛАВИННО-ПРОЛІТНИХ ДІОДІВ

В. С. Сліпокуров

Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАНУ
Україна, м. Київ
vic31slk@ukr.net

Досліджено питомий контактний опір омичних контактів $Au-Ti-Pd-n^+-Si$ методом Кокса-Стрека. Виміряна величина питомого контактного опору складає $5 \cdot 10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$. Запропоновано спосіб мінімізації похибки в розрахунку значень питомого контактного опору при наявності негативної кореляції питомого контактного та питомого опору напівпровідника.

Ключові слова: термостійкі омичні контакти, кремній, питомий контактний опір.

Розвиток сучасної електроніки вимагає малогабаритних та надійних генераторів міліметрового та субміліметрового діапазонів довжин хвиль з високою вихідною потужністю. Для досягнення високих вихідних потужностей у якості активних елементів генераторів можуть бути використанні кремнієві лавинно-пролітні діоди (ЛПД). ЛПД на основі кремнію переважають ЛПД на основі арсеніду галію у вихідній потужності приблизно в 2—3 рази, що доводить актуальність їх конструювання, дослідження та вдосконалення їх параметрів. Максимальна вихідна потужність ЛПД пов'язана як із властивостями $p-n$ -переходу, так і з термостійкістю омичного контакту. Як показують дослідження на ЛПД 8-мм діапазону [1], деградація активної області до температури 350°C не відбувається. Таким чином, для збільшення вихідної потужності постає питання розробки та дослідження термостійких багатошарових омичних контактів з низьким питомим контактним опором, які були б стабільними за тих самих температурних параметрах.

Проведено дослідження омичних контактів на основі двох багатошарових структур з металізацією $Pd-Ti-Au$. Омичні контакти сформовано на n^+-Si з концентрацією легуючої домішки (фосфору) порядку 10^{20} см^{-3} . Для формування омичних контактів на підкладку кремнію після фотонної очистки, магнетронним напиленням послідовно в одному технологічному циклі наносилися шари металізації Pd (20 нм) — Ti (60 нм) — Au (1,1 мкм). Напилення проводилось на підігріту підкладку ($T=350^\circ\text{C}$). Дослідження оже-профілів розподілу компонент по глибині зразка до та після швидкого термічного відпалу показало стабільність таких контактів до температури відпалу 350°C .

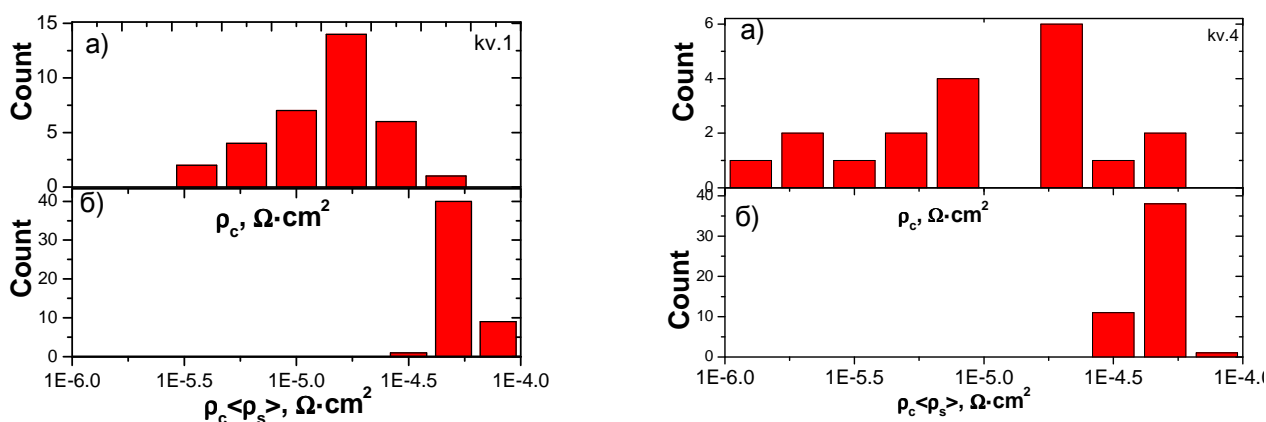


Рис. 1. Гістограми розподілу значень питомого контактного опору ρ_c для зразків № 1 (ліворуч) та № 2 (праворуч), які були отримані з використанням питомого опору напівпровідника ρ_s , розрахованого для кожного шаблону окремо (а), та з використанням найбільш імовірного його значення (б)

Шаблон для фотолітографії містив дев'ять контактів діаметрами 230, 200, 165, 135, 115, 95, 80, 55 і 35 мкм, тильний омичний контакт — суцільний. Досліджено контакти двох типів, що розрізняються структурою: перший тип — з мезоструктурою, другий — з планарною структурою.

В результаті дослідження зразків за методикою, описаною в [2, 3], в обох зразках виявлено значний розкид вимірних значень (рис. 1, а) та негативну кореляцію між значеннями питомого опору напівпровідника та питомого контактного опору (рис. 3). Таку залежність можна пояснити наявністю похибки визначення питомого опору напівпровідника, яка виникає внаслідок розкиду значень опорів одного шаблону і безпосередньо вносить значний вклад у визначення питомого контактного опору вертикальної структури Au—Ti—Pd— n^+ -Si. Підвищити точність розрахунку питомого контактного опору в даному випадку можна шляхом заміни значення питомого опору напівпровідника, визначеного для шаблону, на найбільш імовірне значення питомого опору напівпровідника, розрахованого з усієї пластини. Гістограма розподілу значень питомого контактного опору, розрахованого таким чином, подана на рис. 1, б.

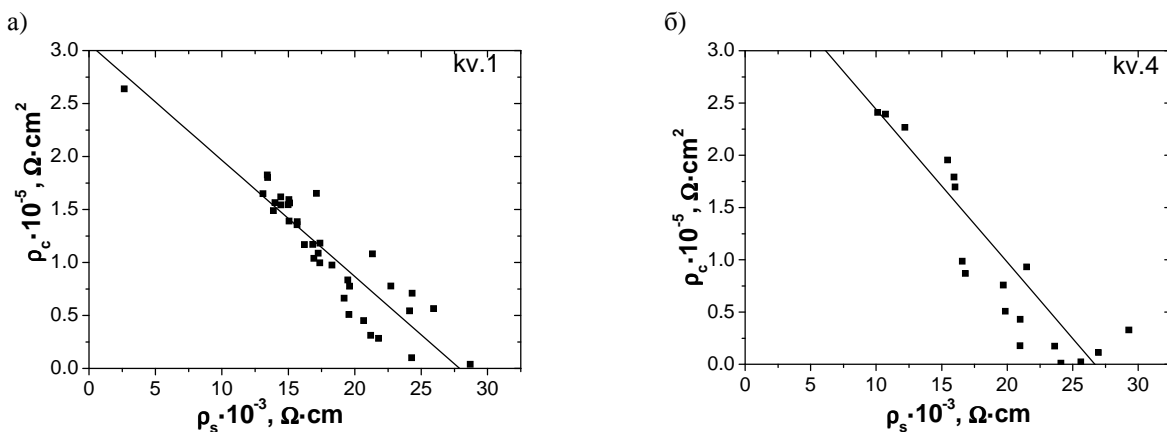


Рис. 2. Залежність значень питомого контактного опору від питомого опору напівпровідника для зразків № 1 (а) та № 2 (б)

В результаті дослідження вертикальної структури Au—Ti—Pd— n^+ -Si отримано значення питомого контактного опору для контактів обох типів, яке складає $5 \cdot 10^{-5}$ Ом·см². Запропонованим способом мінімізації похибки в розрахунку значення питомого контактного опору шляхом заміни значення питомого опору напівпровідника, визначеного для кожного шаблону, на найбільш імовірне значення питомого опору для всієї пластини у випадку виявлення негативної кореляції питомого контактного опору та питомого опору напівпровідника вдалося мінімізувати похибку вимірювання.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Беляев А. Е., Басанец В. В., Болтовец Н. С., Зоренко А. В., Капитанчук Л. М., Кладько В. П., Конакова Р. В., Колесник Н. В., Коростинская Т. В., Крицкая Т. В., Кудрик Я. Я., Кучук А. В., Миленин А. В., Атаубаева А. Б. Влияние перегрева p - n -перехода на деградацию мощных импульсных кремниевых лавинно-пролетных диодов // ФТП.— 2011.— Т. 45, № 2 — С. 256-262;
2. Cox R.H., Strack H. Ohmic contacts for GaAs devices // Sol. Stat. Electro.— 1967.— Vol.10, N 12.— P.1213-1218.
3. Simon M. Sze, Kwok K. Ng. Physics of Semiconductor Devices.— NY: John Wiley & Sons, 2006.

V. S. Slipokurov

Investigation of contact resistivity of ohmic contacts to silicon IMPATT diodes.

The contact resistivity of Au-Ti-Pd- n^+ -Si ohmic contacts is investigated using the Cox–Strack method. The measured contact resistivity is $5 \cdot 10^{-5}$ Ом·см². A technique is proposed for minimization of error in calculation of contact resistivity with negative correlation between the contact resistivity and semiconductor resistivity.

Keywords: *heat-resistant ohmic contacts, contact resistivity, silicon.*