

## ОМІЧНІ КОНТАКТИ ДО ФОСФІДУ ІНДІУ

В наш час фосфідіндієві діоди Ганна знайшли широке застосування для систем радіолокації, радіоспектроскопії, телекомунікацій, попередження автомобільних зіткнень і багатьох інших систем [1, 2]. Для стабільної роботи діода Ганна в екстремальних умовах, особливі вимоги висуваються не тільки до напівпровідникового матеріалу, а й до омичних контактів, за допомогою яких прилад включається в електричне коло. Для створення низькомних надійних омичних контактів використовують багатошарові контактні металізації. Кожен шар металізації виконує певну функцію, а саме: поліпшує адгезію в контактній структурі, легує приповерхневий шар напівпровідника чи забезпечує можливість припайки провідників [3].

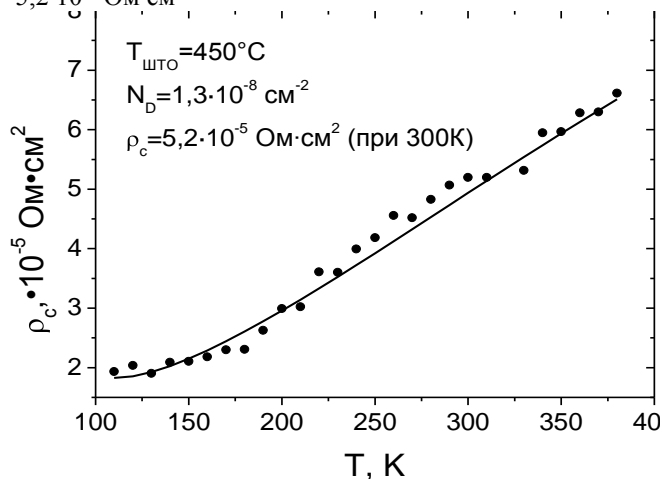
Важливу роль в омичних контактах для діода Ганна, відіграє їх стійкість до  $\gamma$ - та НВЧ- опромінення, а також збереження малого значення питомого контактного опору при достатньо високих робочих температурах. При довгостроковій роботі приладу і підвищеній температурі між полікристалічними компонентами металізації спостерігається міжзеренна дифузія, що руйнує межу розділу метал-напівпровідник. Для обмеження дифузії та процесів масоперенесення в контактній металізації, використовують дифузійні бар'єри, в якості яких в технології омичних контактів використовують тугоплавкі метали та їх сплави [4]. Прикладом контактної схеми з дифузійним бар'єром може бути контактна структура  $\text{Au/TiB}_2/\text{Au/Ge/n-p}^+-\text{n}^{++}\text{-InP}$ , дослідження якої власне ми і проводили. В ролі дифузійного бар'єру було використано  $\text{TiB}_2$ .

Для визначення оптимальної температури формування омичного контакту було проведено серію швидких термічних обробок (ШТО) контактної структури в інтервалі температур 400-490°C. Встановлено, що із збільшенням температури відпалу відбувається масопереніс Ge у InP, при цьому дифузійний бар'єр  $\text{TiB}_2$  залишається стабільним при всіх температурах відпалу.

Виміряні при кімнатній температурі значення питомого контактного опору ( $\rho_c$ ) суттєво не змінювалося, це дозволяє говорити, що дифузійний бар'єр не несе значного впливу на величину  $\rho_c$ , при цьому  $\text{TiB}_2$  виконує головну покладену на нього функції – протидія процесам масопереносу в контактній металізації.

Нами також було проведено дослідження залежності питомого контактного опору омичних контактів  $\text{Au/TiB}_2/\text{Au/Ge/n-p}^+-\text{n}^{++}\text{-InP}$  від температури навколишнього середовища  $\rho_c(T)$ . Вимірювання проводилися методом TLM в інтервалі температур 100–380K. В результаті була отримана зростаюча залежність  $\rho_c(T)$  (рис. 1 точки). Така залежність може бути описана моделлю струмопереносу по металічним шунтам, що утворилися на межі розділу метал-напівпровідник внаслідок осадження атомів металу на структурних неоднорідностях з врахування обмеження протікання чого стуму дифузійним підведення електронів (рис. 1 суцільна лінія) [5].

Найкраще узгодження між експериментом та теорією було отримано при густині дислокацій, що проросли крізь область просторового заряду вглиб напівпровідника  $N_D=1,3 \cdot 10^8 \text{ см}^{-2}$ . При цьому для зразка, що пройшов ШТО при температурі 450°C, значення питомого контактного опору було найменше серед всіх зразків  $\rho_c=5,2 \cdot 10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$



**Рис. 1.** Температурна залежність  $\rho_c$  омичного контакту  $\text{Au-TiB}_2\text{-Ge-Au-n-p}^+-\text{n}^{++}\text{-InP}$ . Точки – експеримент; лінія – розрахунок

Дослідження температурної залежності питомого контактного опору для омичних контактів  $\text{AuGe-TiB}_2\text{-Au}$  до InP показали зростаючу залежність  $\rho_c(T)$ , що може бути пояснене моделлю струмопереносу в омичних контактах з високою густиною дислокацій в приконтактній області напівпровідника. Встановлена

температура формування омичного контакту Au-TiB<sub>2</sub>-Ge-Au-n-n<sup>+</sup>-n<sup>++</sup>-InP (450 °C), при якій питомий контактний опір найменший ( $\rho_c=5,2 \cdot 10^{-5}$  Ом·см<sup>2</sup>).

*Література:*

1. Eisele H. Submillimeter-Wave InP Gunn Devices / H. Eisele, R. Kamoua // IEEE Trans. Microw. Theory Techn.. – 2004. – V. 52, № 10. – P. 2371–2378.
2. High Power Gunn Diode Oscillators / [M. Gaskill, D. Headland, J. Higginbotham., R. Irwin, A. Nelms, R. Wan]. – Department of Electrical Engineering and Electronics, UMIST. – 2003. – 95 p.
3. Новицкий С.В. Омические контакты к фосфиду индия / С.В. Новицкий // Петербургский журнал электрон. – 2012. – №1. – С.24–40.
4. Фазы внедрения в технологии полупроводниковых приборов / [Агеев О. А., Беляев А. Е., Болтовец Н. С, Конакова Р. В. и др.]. – Х. : НТК «Институт монокристаллов», 2008. – 385 с.
5. Sachenko A.V. Mechanism of contact resistance formation in ohmic contacts with high dislocation density / A.V. Sachenko, A.E. Belyaev, N.S. Boltovets, R.V. Konakova, Ya. Ya. Kudryk, S.V. Novitskii, V.N. Sheremet, J. Li, S.A. Vitusevich // J. Appl. Phys.. – 2012. – № 111 – P. 083701.