

Електричні властивості матеріалів контактів на основі плівок Fe і Ge

Власенко О.В., асист.; Кошіль О.П., студ.;
Одноворець Л.В., доц.
Сумський державний університет, Суми

За допомогою омичних невідпрямних контактів, від якості яких в значній мірі залежать характеристики, надійність і ресурс роботи мікроелектронних приладів, відбувається електричне з'єднання напівпровідників (НП) з металевими (Me) елементами і провідниками. Основною характеристикою омичного контакту є його опір на квадрат площі, який складається із послідовно з'єднаних опорів: приконтактної області НП та пов'язаного із проходженням електронами потенціального бар'єру. Авторами [1] було показано, що в сплавних омичних контактах Me/НП у процесі термообробки відбуваються розчинення НП в Me, рекристалізація та можливий прояв механізму протікання струму по металевим шунтам, які являють собою атоми метала, що осаджуються в місцях концентрації дефектів (наприклад, дислокацій), і закорочують шар об'ємного заряду. При цьому на краях таких ліній концентрується електричне поле і струм протікає за рахунок польової емісії.

Для отримання двохшарових плівкових зразків Fe/Ge/П (П – підкладка) використовувалася вакуумна установка типу ВУП-5М. Пошарова конденсація і термовідпалювання плівкових систем здійснювались терморезистивним методом при температурі ситалової підкладки $T_n \cong 300$ К і відпалювання до $T_g \cong 900$ К протягом трьох термостабілізаційних циклів «нагрів \leftrightarrow охолодження». Термічний коефіцієнт опору (ТКО) був розрахований на основі третього термостабілізаційного циклу за співвідношенням:

$$\beta = \frac{1}{R_0} \cdot \frac{\Delta R}{\Delta T}$$

де R_0 – початковий опір зразка; ΔT – температурний інтервал.

Кристалічна структура і фазовий склад зразків досліджувався методами електронної мікроскопії та електроннографії (прилад ПЕМ-125К). Вольт-амперні характеристики двохшарової системи були вивчені на основі електричної схеми, наведеної на рис.1.

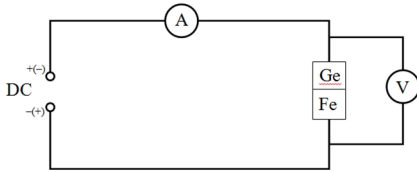


Рисунок 1 – Принципова електрична схема для зняття вольт-амперної характеристики омичного контакту

Дослідження структури і фазового складу двошарових плівок на основі Fe і Ge при загальній концентрації атомів феромагнітної компоненти від 65 до 70 ат. % (наприклад, у плівці Fe(30)/Ge(25)/П концентрація $c_{\text{Fe}} \approx 70$ ат.%) вказують на те, що омичні контакти у вигляді плівок у відпаленому стані мають кристалічну структуру (ОЦК-Fe + ГЦК-FeGe та сліди GeO_2).

Розрахунок опору омичного контакту Fe/Ge/П проводився на основі співвідношення:

$$R_c = \frac{(\rho + \beta T)W}{\pi r^2 p},$$

де $\rho \sim 10^{-7}$ Ом·м – питомий опір металу при $T \rightarrow 0$; $\beta \cong 6 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$; $W \cong 1$ нм – ширина шару об'ємного заряду; $p \cong 2,1 \cdot 10^{10} \text{ м}^{-2}$ [2] – густина дислокацій у плівці Ge, на яких можуть адсорбуватись атоми Fe. Отримано, що для системи Fe/Ge/П величина опору контакту складає $R_c = 3,8 \cdot 10^{-1} \text{ Ом/м}^2$, що дозволить такому матеріалу не впливати на величини параметрів електронних елементів і приладів.

Таким чином, у роботі запропоновано застосування методу пошарової конденсації із наступним відпалюванням в інтервалі температур 300 - 900K для формування омичних контактів на основі плівок Fe і Ge. Отримані наступні параметри контактної системи метал/напівпровідник: величина опору на квадрат площі $3 \cdot 10^{-5} \text{ Ом/см}^2$, термічний коефіцієнт опору $6 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ та симетричні лінійні вольт-амперні характеристики.

Робота виконана в рамках держбюджетної тематики №0112U001381 (2012 - 2014 рр.).

1. Т.В.Бланк, Ю.А. Гольдберт, *ФТП* **41** (11), 1281 (2007).
2. S.B.Samavedam, T.A. Langdo, C.W.Leitz., *Appl. Phys. Lett.* **72**(14), 1718 (1998).