

2-расмда, Темир элементи билан легирланган кремнийнинг морфологик тузилиши кўриб чиқилди ва бунда углерод, кислород ҳамда темир элементлари мавжуд эканлиги яна бир бор тасдиқланди.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Khojakbar S. Daliev «The Energy Spectrum of Defects in Silicon, Doped with Vanadium» // World Journal of Research and Review (WJRR) ISSN:2455-3956, Volume-5, Issue-2, 2017. pp 54-56
2. Z.M. Xusanov Temperature dependence of vanadium diffusion in silicon // X Международная научная конференция «Актуальные проблемы физики твердого тела» Минск Беларусь 2023. с.120
3. X.C. Далиев, Ш.Б. Утамурадова, З.М. Хусанов Изучение температурных свойств структур кремния легированного примесными атомами ванадия // Россия., журнал “Приборы” ПРИБОРЫ. 2023. № 2 (272), ст. 25-28
4. X.S. Daliev, Z.M. Xusanov, Y.A. Abdug‘aniyev. Kremniyga temir kirishma atomlarini diffuziya jarayonida taqsimotini hisoblash dasturi. // Elektron xisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘xatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi GUVOHNOMA. O‘zbekiston respublikasi adliya vazirligi. 2022, № DGU 18121.

ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ПРИМЕСЯМИ Ni И Zi

Насриддинов Сайфилло Саидович, доктор технических наук, заведующий кафедры Общей экологии и экономики Ташкентского областного филиала Астраханского государственного технического университета. Ташкент, Узбекистан. e-mail: sfera@yandex.uz

Есбергенов Дарьябай Муратбаевич, ассистент преподаватель кафедры методики преподавания физики Нукусского государственного педагогического института имени Ажинияза. Нукус, Каракалпакстан. e-mail: edaryabay@gmail.com

Наурзалиева Эльмира Махамбетяровна, старший преподаватель Нукусского филиала Ташкентского университета информационных технологий имени аль-Хорезми

Аннотация: Приводятся оптические свойства кремния при введении примесей Ni и Zn. Показано что, результаты исследования спектров оптического поглощения образцов, легированного атомы Zn и Ni в кремнии изменяют структуру исходного кристалла.

Ключевые слова: диффузия, кристалл, оптические свойства, кремний, легирование

Оптические свойства кремния приобретают особое значение, когда этот материал легируется различными примесями, такими как никель (Ni) и цинк (Zn) [1-3]. Легирование кремния примесями имеет значительное воздействие на его электронные и оптические свойства. Например, добавление никеля и цинка может изменить запрещенную зону кремния, что влияет на его оптическую прозрачность и способность поглощать или излучать свет. Эти изменения в оптических характеристиках кремния, легированного Ni и Zn, могут быть использованы в таких областях, как фотоэлектрика, фотоника и солнечные энергетические технологии. Для исследования влияния на оптические характеристики Si легированного примесными атомами Ni и Zn был использован метод спектроскопии поглощения в УФ и видимой области излучения с помощью спектрофотометра марки Shimadzu UV-1900i [1]. Спектры оптического поглощения исходных и легированных примесными атомами Ni и Zn в кремнии представлены на рис.1. Видно что, в спектре исходного кремния (КЭФ-100)

наблюдается пик поглощения края полосы при 984 нм. Этот пик поглощения смещен в сторону меньших длин волн в образцах Si<Ni>, Si<Zn> и Si<Zn,Ni>. Появление этого сдвига можно объяснить, тем что наблюдаемое смещение пика поглощения края полосы кремния, при легировании переходными металлами Zn и Ni может быть связано с *sp-d*-спиновым обменным взаимодействием между зонными электронами основной матрицы и локализованными *d*-электронами ионов примеси [3].

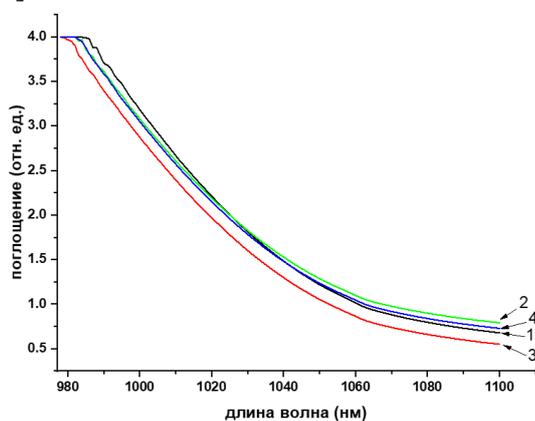


Рис. 1. Спектры оптического поглощения образцов:
1 - Si<P>, 2 - Si<Ni>, 3 - Si<Zn> и 4 - Si<Ni, Zn>

Следовательно, это могло привести к отрицательному и положительному сдвигу краев зоны проводимости и валентной зоны, соответственно. В нашем случае это привело к увеличению запрещенной зоны кремния. Оптическая ширина запрещенной зоны образцов кремния, легированного примесными атомами цинка и никеля, определялась по спектру поглощения с использованием уравнения (метод Тауца) [1]

$$(\alpha h\nu)^n = A(h\nu - E_g) \quad (1)$$

где: α - коэффициент поглощения, h - энергия фотона, $n=1/2$ для не прямозонных переходов и A -постоянная величина. Ширины запрещенных зон (E_g) чистых и легированных примесными атомами никеля и цинка образцов кремния оценивается по полученным графикам зависимости энергии фотонов (эВ) от $(\alpha h\nu)^{1/2}$. Измеренные оптическим методом значения энергии запрещенной зоны образцов Si<P>, Si<Ni>, Si<Zn> и Si<Zn,Ni> составляют 1,14, 1,147, 1,5 и 1,52 эВ соответственно. Увеличение ширины запрещенной зоны с увеличением содержания примесных атомов Ni и Zn объясняется внедрением ионов примесных атомов в решетку Si [4].

Таким образом, результаты исследования спектров оптического поглощения образцов показали, что примесные атомы Zn и Ni в кремнии изменяют структуру исходного кристалла. Результатов вычислений методом Тауца показали, что легирование кремния примесными атомами цинка и никеля приводит к увеличению запрещенной зоны примерно на 2,4÷3 % относительно исходного кремния.

Литературы

1. Малов В. В. и др. Определение края оптического поглощения в органических полупроводниковых композитах с объемным гетеропереходом методом постоянного фототока // Письма в Журнал технической физики. – 2014. – Т. 40. – №. 17. – С. 22-29.
2. Nasriddinov S.S., Esbergenov D.M. A study of complex defect formation in silicon doped with nickel // Russian Physics Journal, Vol. 65, No. 9, January, 2023 (Russian Original No. 9, September, 2022) pp 1559-1563 DOI 10.1007/s11182-023-02801-x

3. Chen Z. C., Zhug L. J., Wu X. M., Meng Y. D., Thin Solid Films 2007. Vol 515 pp. 5462-5465.
4. Латухина Н. В. и др. Оптические свойства нанокристаллического кремния и карбида кремния //Сборник трудов III международной конференции и молодежной школы «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2017)-Самара: Новая техника. – 2017. – С. 256-258.

N-TIPLI VISMUT TELLURIDI VA SELENID QOTISHMALARI

K.Onarqulov, Q.G'aynarova

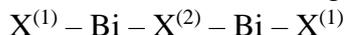
Farg'ona davlat universiteti

Annotatsiya: n-tipli materiallar uchun vismut telluridi va vismut selenidning termoe.yu.k. koeffitsienti va elektr o'tkazuvchanligi sezilarli darajada farq qilishi mumkinligi sabab, qotishma tarkibi kata ahamiytga ega hisoblanadi. n-tipli vismut telluridi va vismut selenid qotishmasi termoelektrik parametrlari p-tipli materiallar kabi emas. Bunga sabab, qotishma tarkibi murakkab kristall panjaraga ega ekanligi va undagi issiqlik o'tkazuvchanligidir.

Vismut telluridi o'zining issiqlik o'tkazuvchanligi pastligi tufayli xona haroratida qo'llanilishi uchun asosiy termoelektrik materialdir [1].

$\text{Bi}_2\text{Te}_{3-x}\text{Se}_x$ kristall strukturasi $\text{X}^{(1)} - \text{Bi} - \text{X}^{(2)} - \text{Bi} - \text{X}^{(1)}$ ning beshta qatlamlaridan iborat bo'lib, bunda X Te yoki Se ni ifodalaydi va qavs ichidagi son ikki vismut orasidagi belgini bildiradi. $\text{X}^{(2)}$ o'rmini Se egallaydi va qotishma $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ tarkibida tartiblangan birikma hosil qiladi.

Vismut telluridi, vismut selenidi tetradimit kristalli tuzilishga ega.



Bu yerda qavs ichidagi raqam ikkita xalkogen (X) joylarini bildiradi. $\text{X}^{(1)}$ halkogen atomlari uchta Bi atomi bilan kovalent bog'langan va boshqa uchta $\text{X}^{(1)}$ atomlari bilan zaifroq Van der Waals kuchlari bilan bog'langan. Vismut atomlari halkogen atomlari tomonidan oktaedral, $\text{X}^{(2)}$ atomlari esa Bi tomonidan oktaedraldir.

Bi- $\text{X}^{(1)}$ bog'lanish kovalent bog'lanish, Bi- $\text{X}^{(2)}$ bog'lanish esa ionli bog'langan. Har bir xalkogenning bog'lanishdagi farqi kristall panjaraning elektr va issiqlik xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

