

Республиканская конференция, посвященная 100-летию академика С.А.Азимова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ТВЕРДОГО РАСТВОРА $N\text{-GaP-N}^+-(\text{ZnSe})_{1-x-y}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$ ГЕТЕРОСТРУКТУР

А.С.Саидов, У.Х.Рахмонов, У.А.Усмонов, Т.Рисбаев

Физико-технический институт НПО «Физика-солнце» АН РУз Ташкент ул. Бодомзор йули 2^В, e-mail: fti_uz@mail.ra

В данной работе представлены экспериментальные результаты исследования по электролюминесценции твердого раствора замещения $(\text{ZnSe})_{1-x-y}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$.

Современное развитие микро- и оптоэлектроники вызывает интерес к синтезу новых материалов в виде тонкопленочных твердых растворов замещения, в том числе и на основе полупроводниковых соединений A^3B^5 и A^2B^6 . Поскольку ширина запрещенной зоны и постоянная решетки таких соединений меняются в определенных пределах, то на их основе можно синтезировать полупроводниковые материалы с широким диапазоном электрических и фотоэлектрических свойств, получить сверхрешетки с квантовыми точками, разработать гетеропереходные структуры. На основе твердых растворов GaInAsSb, AlGaAsSb разработаны эффективные светодиоды [1] и быстродействующие фотодиоды [2], работающие в спектральном диапазоне 1.5-4.8 мкм, в котором имеются линии поглощения паров воды, CO₂, азотсодержащих молекул (N₂O, NO₂, NH₃), молекул углеводов и др. и, следовательно, они могут быть использованы для экологического и технологического контроля окружающей среды [3].

На основе структур GaAs:Cr/ZnS:Cu,Al разработаны твердотельные преобразователи изображения, работающие в инфракрасном и рентгеновском диапазоне излучений, с яркостью свечения, соответствующей пороговым значениям для черно-белого (10-2 кд/м²) и цветного (3 кд/м²) изображений при дозах 0-12 R/s [4].

В данной работе представлены экспериментальные результаты исследования по электролюминесценции твердого раствора замещения $(\text{ZnSe})_{1-x-y}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$. В качестве базового компонента был выбран широкозонный полупроводник ZnSe. Так как ширина запрещенной зоны твердого раствора $(\text{ZnSe})_{1-x-y}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$ в зависимости от x, y варьируется от $E_{g,\text{Si}} = 1.12$ eV до $E_{g,\text{ZnSe}} = 2.67$ eV, на их основе могут быть разработаны оптоэлектронные приборы, работающие в ближней инфракрасной и видимой области спектра излучения.

Для исследования излучательных свойств твердого раствора $(\text{ZnSe})_{1-x-y}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$ были изготовлены изотипные гетероструктуры $n\text{-GaP-n}^+-(\text{ZnSe})_{1-x-y}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$ ($0 \leq x \leq 0.03, 0 \leq y \leq 0.09$). Методом вакуумного напыления к структуре создавались омические контакты из серебра. При обратном смещении, т.е. когда к подложке $n\text{-GaP}$ подавался отрицательный, а к пленке $n^+-(\text{ZnSe})_{1-x-y}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$ - положительный потенциал, начиная с 8,5 В, визуально наблюдалось свечение гетероструктуры (рис. 1). Как видно из рис. 1 интенсивность излучения спектрального состава свечения структуры зависит от приложенного напряжения. Анализ показывает, что при сравнительно низких напряжениях $V < 10$ В излучение структуры в основном красного света, при $V = 10-11,5$ В интенсивности красного и желтого излучения сравнимы, а при $V > 11,5$ В в основном наблюдается желтый свет. Исследованиями фотолюминесценции твердого раствора $(\text{ZnSe})_{1-x-y}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$ ($0 \leq x \leq 0.03, 0 \leq y \leq 0.09$) нами было показано [5], что ковалентные связи Si-Si и Ga-P обуславливают энергетические уровни, лежащие в запрещенной зоне на 1.67 и 2.21 эВ ниже дна зоны проводимости твердого раствора, соответственно. Излучение структуры красного света, по-видимому, обусловлено электронными переходами с зоны проводимости на уровни связи Si-Si с энергией 1.67 эВ, а желтого света - на уровни Ga-P с энергией 2.21 эВ.

Таким образом, методом жидкофазной эпитаксии на GaP подложках выращены новые твердые растворы замещения $(\text{ZnSe})_{1-x-y}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$ ($0 \leq x \leq 0.03, 0 \leq y \leq 0.09$). Твердые растворы замещения $(\text{ZnSe})_{1-x-y}(\text{Si}_2)_x(\text{GaP})_y$ могут быть использованы для разработки фотодиодных структур с интегральным светом излучения, без люминофора, в видимой области спектра излучения.

Работа выполнена в рамках гранта ПФИ № Ф2-ФА-0-43917.

Литература

1. Alfuyorov, J.I. , Zhingarev, M.Z. , Konnikov, S.G. , Mogan, I.I. , U!in, V.P. . Umanskiy, V.E. , & Yavich, B-Sov. Phys. Semicond. 1982, N5, P. 831.
2. Андреев В.М., Долгинов Л.М., Третьяков Д.Н. Жидкостная эпитаксия в технологии полупроводниковых приборов. М.: Сов. Радио. 1975. 328 с.
3. Baranov, A.N., Dzhurtanov, B.E., Imenkov, A.N., Rogachev, A.A., Shernyakov, Yu.M., & Yakovlev, Yu. Comparison of the parameters of LED heterostructures with a $Ga_{1-x}In_xAsSb$ ($x = 0.09$) quaternary solid solution. P., Sov. Phys. Semicond., 1986, 20(12), P. 1385.
4. Хансен М., Андерко К. Структуры двойных сплавов. Т. П. М.: Металлургиздат. 1962.
5. Saidov A S, Usmonov Sh N, Rakhmonov U Kh, Kurmantayev A N, Bahtybayev A N. Journal of Materials Science Research. April 2012, Vol. 2, No 2, Canadian center of science and education, pp. 150-156.