

удара. Однозначного количественного вывода в настоящее время мы сделать не можем, поскольку первоначальное содержание трития в тяжелой воде измерено не было. В дальнейшем планируется провести более детальное исследование на тритий, используя в электролите слабоактивную тяжелую воду и контролируя ее активность.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] F l e i c h m a n n M., P o n s S. // Journ. Electroanalyt. Chem. V. 261. P. 301; Erratum 1989. V. 263. P. 197.
- [2] J o n e s S.E., P a l m e r E.P., C z i r r J.V. et al. // Nature. 1989. V. 338. P. 737.
- [3] Ц а р е в В.А. // Препринты ФИАН № 57, 58, апрель 1990.
- [4] Г о л у б н и ч и й П.И., К у р а к и н В.А., Ф и л о н е н к о А.Д. и др. // Препринт ФИАН № 113, апрель 1989; // ДАН СССР. 1989. Т. 307. С. 99.
- [5] Г о л у б н и ч и й П.И., Ц а р е в В.А., Ч е ч и н В.А.// Препринт ФИАН № 149, июль 1989.
- [6] Г о л у б н и ч и й П.И., К о в а л ь ч у к Е.П., М е р з о н Г.И. и др. // Препринт май 1990.
- [7] I y e n g e r P.K. In the Proc. of the 5th Intern. Conf. on Emerging Nuclear Energy Systems, Karlsruhe, FRG. July 3-6, 1989.

Физический институт
им. П.Н. Лебедева
АН СССР

Поступило в Редакцию
22 мая 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 21

12 ноября 1990 г.

06.2; 06.3

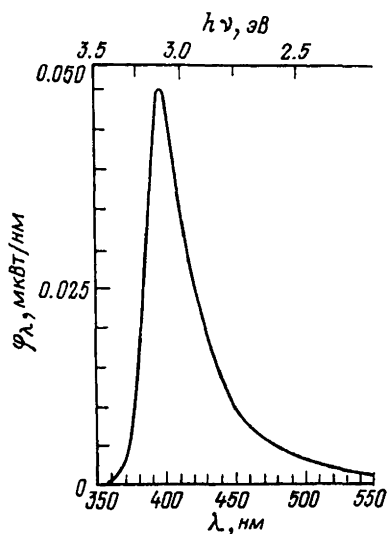
© 1990

СВЕТОДИОД С $\lambda_{max} \approx 398$ нм

В.А. Д м и т р и е в, Л.М. К о г а н,
Я.В. М о р о з е н к о, В.Е. Ч е л н о к о в,
А.Е. Ч е р е н к о в

Создание синих и фиолетовых карбидкремниевых светодиодов позволило завершить светодиодное освоение видимой части спектра. Легированные азотом (донор) и алюминием (акцептор) эпитаксиальные SiC р-п структуры политипа 6Н послужили основой для синих светодиодов [1-4]; аналогичные р-п структуры политипа 4Н - для фиолетовых светодиодов [5, 6]. Актуальным направлением дальней-

Спектр электролюминесценции светодиода. Импульсный ток 100 мА (средний ток 20 мА). φ_λ — спектральная мощность излучения на единичный интервал длин волн.



шего развития коротковолновой люминесцентной оптоэлектроники является разработка ультрафиолетовых светодиодов. Миниатюрные источники УФ-диапазона могут быть использованы при возбуждении люминесценции в портативных анализаторах биологических препаратов и газов, в спектроскопии, в качестве опорных источников УФ-излучения. В настоящей работе сообщается о создании светодиода с излучением на границе видимой и ультрафиолетовой областей спектра.

Светодиодные р-п структуры выращивали методом бесконтейнерной жидкостной эпитаксии из Si-C раствора-расплава [7] на подложках SiC-4H п-типа. На грани (0001) Si карбидкремниевой подложки в едином эпитаксиальном процессе последовательно наращивали п-слой, а затем р-слой. Примесями служили азот и алюминий. Температура эпитаксии $\sim 1600^\circ\text{C}$; толщины слоев ~ 10 мкм.

Мезоструктуры с размерами $0,5 \times 0,5$ мм² формировали со стороны р-слоя методом реактивного ионно-плазменного травления [8]; маской при травлении служил Al-контакт к р-слою. Свет выводился через п-подложку; контакт к п-подложке изготовляли в виде сетки из сплава Ni-Cr. После нанесения контактов и травления структуру разрезали на отдельные кристаллы, которые монтировали в стандартный светодиодный корпус типа TO-18. Светодиод герметизировали полимерным покрытием полусферической формы (показатель преломления полимера $\sim 1,55$).

Электролюминесценцию возбуждали импульсным током; средний ток не превышал 20 мА. При импульсном токе меньше 50 мА в спектре наблюдаются две полосы: фиолетовая полоса с $\lambda_{max} \approx 423$ нм ($h\nu_{max} = 2,93$ эВ) и полоса с $\lambda_{max} \approx 398$ нм ($h\nu_{max} = 3,11$ эВ). При увеличении тока коротковолновая полоса доминирует и при импульсном токе 70–100 мА в спектре наблюдается только полоса с $\lambda_{max} \approx 398$ нм (см. рисунок) и полушириной ~ 36 нм (260 мэВ). Интегральная излучаемая мощность при импульсном токе 100 мА (средний ток 20 мА) составляет 2,1 мВт.

Вольт-амперная характеристика светодиода при прямом смещении более 3 В практически линейна; напряжение отсечки ~ 3 В, дифференциальное сопротивление около 50 Ом. Прямое падение напряжения при токе 100 мА составляет ~ 8 В.

Разработанные светодиодные, по-видимому, самые коротковолновые инжекционные светодиоды, которые можно создать на карбиде кремния политипа 4H. Для дальнейшего продвижения в ультрафиолетовую область необходимо использовать другие материалы (нитрид бора [9], твердые растворы $SiC - AlN$ [10]) или попытаться решить проблему выращивания монокристаллических слоев самого широкозонного политипа карбида кремния 2H [11].

Авторы сердечно благодарят Б.И. Вишневскую, И.Д. Коваленко, М.Г. Растегаеву, А.Л. Сыркина за помощь в работе.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Light Emitting Diodes. Short Form Catalog. 1986/1987. Ordering. N ВЗ-В3303-х-х-7600. Siemens, Munchen, 1986. 14 p.
- [2] Вишневская Б.И., Дмитриев В.А., Коваленко И.Д., Коган Л.М., Морозенко Я.В., Родкин В.С., Сыркин А.Л., Царенков Б.В., Челноков В.Е. // ФТП. 1988. Т. 22. В. 4. С.664-669.
- [3] Tang L.A., Edmond J.A., Palmour J.W., Carter C.H. Extended Abstracts of the 176 Meeting of The Electrochemical Society, Hollywood, Florida, 1989. 705 p.
- [4] Nakata T., Koga K., Matsushita Y., Ueda Y., Niina T. // Amorphous and Crystalline Silicon Carbide II. Springer Proceedings in Physics, N. Y. 1989. V. 43. P. 26-34.
- [5] Дмитриев В.А., Коган Л.М., Морозенко Я.В., Царенков Б.В., Челноков В.Е., Черенков А.Е. // ФТП. 1989. Т. 23. В. 1. С. 39-43.
- [6] Koga K., Nakata T., Ueda Y., Matsushita Y., Fujikawa Y., Uetani T., Niina T. Extended Abstracts of the 176 Meeting of The Electrochemical Society, Hollywood, Florida, 1989. 689 p.
- [7] Дмитриев В.А., Иванов П.А., Коркин И.В., Морозенко Я.В., Попов И.В., Сидорова Т.А., Стрельчук А.М., Челноков В.Е. // Письма в ЖТФ. 1985. Т. 11. В. 4. С. 238-241.
- [8] Попов И.В., Сыркин А.Л., Челноков В.Е. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. В. 4. С. 240-243.
- [9] JEE. 1988. V. 25. N 1. P. 82-83.
- [10] Cutler I.B., Miller P.D., Rafanillo W., Park H.K., Thompson D.P., Jack K.H. // Nature. 1978. V. 275. P. 435-436.
- [11] Luchinin V.V., Tairov Y.M. Extended Abstracts of the 176 Meeting of The Electrochemical Society, Hollywood, Florida, 1989. 706 p.

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе АН СССР, Ленинград

Поступило в Редакцию
23 августа 1990 г.