

Светодиоды Для Средней Ик – Области Спектра

О.Х. Кулдашов.¹, А.О. Комилов.², Ахмаджонов Д.А.³

Аннотация: В работе рассматриваются современные светодиоды, работающие в средней инфракрасной (ИК) области спектра (3–5 мкм), их конструктивные особенности, используемые полупроводниковые материалы (в частности соединения III–V групп), а также перспективные области применения. Особое внимание уделено гетероструктурам, квантоворазмерным эффектам и методам эпитаксиального роста, обеспечивающим повышение эффективности излучения. Обсуждаются возможности использования таких светодиодов в системах газоанализа, экологического мониторинга, медицины и промышленной диагностики.

В течение последних десятилетий технический прогресс в области разработки и изготовления светодиодов идет с захватывающей скоростью. Современные светодиоды отличаются миниатюрностью, прочностью, надежностью, хорошими оптическими характеристиками и высоким квантовым выходом излучения. В отличие от многих других источников света светодиоды могут преобразовывать электрическую энергию в световую с К.П.Д. близким к единице. Прогресс в развитии светодиодов не только не заканчивается он находится в самом расцвете. Непрерывное совершенствование технологии способствует этому. Поэтому ожидается, что роль светодиодов будет только возрастать и в будущем они станут основными источниками света.

В настоящее время светодиоды являются универсальными и весьма перспективными источниками света и к ним предъявляют высокие требования по стабильности и надежности[1].

Оптоэлектронные приборы (светодиоды, фотодиоды, лазеры) в средней ИК-области спектра 1.6 - 5.0 мкм являются перспективными для науки и техники, экологического мониторинга окружающей среды и медицинской диагностики [2]. В этом спектральном диапазоне находятся основные линии поглощения многих промышленных и природных газов и жидкостей, таких как CO₂, CO, CH₄, H₂O и др., что открывает широкие перспективы для создания оптических анализаторов газов и жидкостей.

Светодиодная структура представляет собой электронно-дырочный переход, в котором одна из областей, например *n*, является эмиттерной, а другая – *p* – базовой. В базовую область дополнительно вводят нейтральную примесь, например кислород или азот. Введение таких примеси не приводит к образованию в полупроводнике дополнительных носителей заряда, но способствует генерации света. При подаче на *p-n* переход прямого смещения, начинается инжекция электронов из эмиттерной в базовой области (рис.1.1). Одновременно происходит процесс инжектирования дырок из базовой области в эмиттерную соответственно, и рекомбинации носителей происходят как базовой, так и в эмиттерной областях, но базовая область является той частью полупроводниковой структуры, в которой происходит эффективное преобразование энергии инжектированных электронов в энергию излучения. Прямой ток, текущий через переход, складывается из токов электронов и дырок, которые определяют число актов излучательной (в *p*-области) и без излучательной (в *n*-области) рекомбинации. Чтобы повысить число излучательной рекомбинаций, эмиттер легируют

¹ Ферганский государственный технический университет

² Ферганский государственный технический университет

³ Ферганский государственный технический университет



сильнее, чем базу. Поток электронов из n -области в p – область больше потока дырок в n -область, что приводит к увеличению числа актов излучательной рекомбинации.

В соответствии с квантовой теорией возбужденный электрон, инжектированный в базовую область, рекомбинируя с дыркой, и спускает квант энергии излучения. При этом максимальная энергия, которая может выделиться при рекомбинации, равна ширине запрещенной зоны данного полупроводника:

$$E_{\Delta} = h\nu \quad (1.1)$$

где h – постоянная Планка; ν - частота колебаний электромагнитной энергии (рис. 1.2).

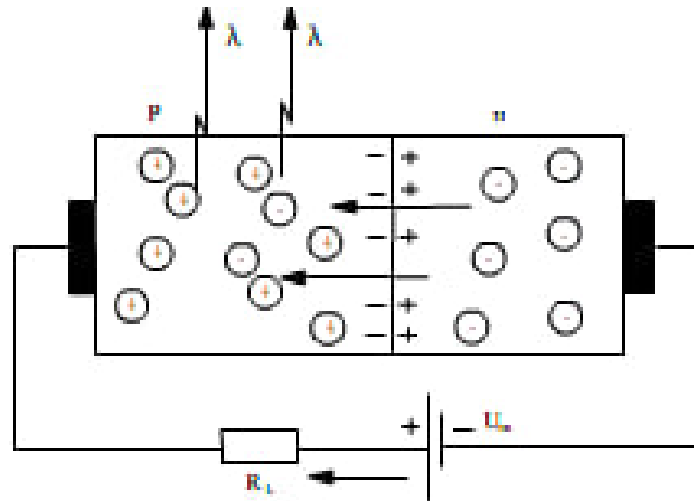


Рис. 1 Структура p - n перехода

СИД по сравнению с другими видами излучателей имеет ряд преимуществ, таких как малая энергоёмкость (20...600 мВт), малые габариты и вес (излучающие площади 0,2...0,1 мм² и менее). Способность выдерживать значительные механические перегрузки, высокая стабильность и большой срок службы (10^4 ... 10^5 ч), высокое быстродействие (10^{-9} ... 10^{-5} с), простота модуляции излучения, линейность световых характеристик при функциональной модуляции. Эти преимущества СИД позволяют использовать их в качестве источника анализирующего излучения в первичных измерительных преобразователях.

Список использованной литературы:

1. Комилов А. О., Эргашев С. С. Современное состояние и перспективы развития геотермальной энергетики //Central Asian Academic Journal of Scientific Research. – 2022. – Т. 2. – №. 2. – С. 123-129.
2. Komilov A. O. Power of network photoelectric power stations. – 2018.
3. Komilov A. O. Alternative Sources Of Electricity Premiere In The Systems Of Telecommunications //Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018).–2018.– С.372-375.
4. Turgunov, B., Juraev, N., Toshpulatov, S., Abdullajon, K., & Iskandarov, U. (2021). Researching of the Degradation Process of Laser Diodes Used in Optical Transport Networks. In *International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2021*.
5. Komilov, A., Xatamova, Z., Rustamov, I., Xolmatov, S., Arabboyev, X., & Ibragimov, N. Z. (2024, November). Increasing the sensitivity and selectivity of an optoelectronic gas analyzer. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 508, p. 01009).



6. Kuldashov, O., Djalilov, B., Komilov, A., Tillaboev, M., & Abdusamatov, D. (2024, March). Device for control of dangerous gas issued by a geothermal well. In *American Institute of Physics Conference Series* (Vol. 3045, No. 1, p. 020007).
7. Ergashev, S., Dalibekov, L., Komilov, A., Jo'raeva, G., Xusanova, S., & Komilov, D. Optical electron photo converter. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 508, p. 01002). EDP Sciences.

