

УПРАВЛЕНИЕ ДЛИНОЙ ВОЛНЫ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КВАЗИДВУМЕРНОГО ПЕРОВСКИТА С ПОМОЩЬЮ ФАЗОПЕРЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$

Кущенко О. М.¹

Научный руководитель – канд. физ.–мат. наук,
научный сотрудник Синельник А. Д.¹

¹ Университет ИТМО

olga.kushchenko@metalab.ifmo.ru

Введение

Контроль светового излучения является актуальной задачей интегральной и активной фотоники, но традиционные системы сталкиваются с проблемами миниатюризации и многофункциональности. В частности, методы управления длиной волны излучения, представленные в научной литературе, по большей части являются необратимыми, то есть позволяют настраивать длину волны на этапе синтеза вещества или создания структуры без дальнейшей возможности динамического управления [1, 2]. Те методы, где все же представлена возможность динамического управления длиной волны излучения, страдают от низких скоростей переключения (порядка несколько десятков секунд) [3] или требуют физической деформации образца [4], что делает такую структуру неудобной для использования в интегральных системах.

Основная часть

В данной работе для решения данной проблемы предлагается использовать фазопеременный материал. Данный класс материалов обладает двумя стабильными состояниями (аморфным и кристаллическим), свойства которых значительно отличаются и между которыми материал можно многократно переключать. В работе используется сплав германия, сурьмы и теллура $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, обладающий значительным оптическим контрастом (контрастом показателя преломления) между аморфной и кристаллической фазами в видимом диапазоне. Данный контраст позволит добиться влияния на энергию связи экситонов излучающего материала, что приведет к изменению длины волны люминесценции [5]. Для достижения данного эффекта излучающий материал должен быть достаточно тонким (до 10 нм), поэтому в качестве такого материала были выбраны тонкие пленки толщиной от 7 нм квазидвумерного перовскита $\text{MePbA}_2\text{MAPb}_2\text{Br}_7$. При синтезе данного перовскита в раствор добавляются лиганды, ограничивающие рост перовскита, что приводит к образованию перовскитных слоев толщиной в несколько элементарных ячеек, что и обуславливает квази-двумерные свойства.

В ходе данной работы были изготовлены образцы тонких пленок квазидвумерного перовскита $\text{MePbA}_2\text{MAPb}_2\text{Br}_7$, нанесенные на пленки фазопеременного материала $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, и измерены спектры фотолюминесценции перовскита на аморфной и кристаллической фазах $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$. Было показано, что при толщине перовскита порядка 7 нм наблюдается сдвиг фотолюминесценции на 6 нм на кристаллической фазе $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ по сравнению с аморфной, в то время как на перовските толщиной 13 нм данный сдвиг не наблюдается. Данный результат подкрепляется теоретическими расчетами.

Выводы

Таким образом, в данной работе продемонстрировано, что фазопеременный материал $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ позволяет достичь изменения длины волны фотолюминесценции квазидвумерного перовскита $\text{MePbA}_2\text{MAPb}_2\text{Br}_7$ на 6 нм при изменении фазы $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ за счет изменения энергии связи экситонов в перовските. Данный результат является

перспективным для решения задач интегральной и активной фотоники, открывая перспективы для создания миниатюрных и многофункциональных динамических устройств.

Литература

1. Protesescu L. et al. Nanocrystals of cesium lead halide perovskites (CsPbX₃, X= Cl, Br, and I): novel optoelectronic materials showing bright emission with wide color gamut //Nano letters. – 2015. – Т. 15. – №. 6. – С. 3692-3696.
2. Berestennikov A. S. et al. Active meta-optics and nanophotonics with halide perovskites //Applied Physics Reviews. – 2019. – Т. 6. – №. 3.
3. Kuo C. P. et al. Tunable electrofluorochromic device from electrochemically controlled complementary fluorescent conjugated polymer films //ACS Applied Materials & Interfaces. – 2014. – Т. 6. – №. 20. – С. 17402-17409.
4. Dong Z. et al. Tunable-wavelength photoluminescence of a flexible transition metal doped oxide phosphor thin film //Applied Physics Letters. – 2023. – Т. 122. – №. 13.
5. Raja A. et al. Coulomb engineering of the bandgap and excitons in two-dimensional materials //Nature communications. – 2017. – Т. 8. – №. 1. – С. 15251.