

Нанолазеры на основе оксида цинка

Решение

1. Наностержень условно можно представить в виде цилиндра. Его объем $V = \pi R^2 h = 3,14 \cdot (10^{-6} \text{ см})^2 \cdot 0,1 \text{ см} = 3,14 \cdot 10^{-13} \text{ см}^3$. Масса цилиндра $m = \rho V = 5,75 \cdot 3,14 \cdot 10^{-13} = 1,806 \cdot 10^{-12} \text{ г}$.
 $\nu(\text{ZnO}) = 1,806 \cdot 10^{-12} / 81 = 2,23 \cdot 10^{-14} \text{ моль}$
 $\nu(\text{ZnO}) = \nu(\text{Zn})$, $N(\text{Zn}) = \nu \cdot N_A = 2,23 \cdot 10^{-14} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,34 \cdot 10^{10}$.
2. $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$
 $\text{ZnCO}_3 = \text{ZnO} + \text{CO}_2$
 $2\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{ZnO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$
 $\text{Zn}(\text{OH})_2 = \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$
 $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 = 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$
3. Небольшие количества паров оксида цинка («философская шерсть» по терминологии алхимиков) можно получить лазерным разогревом поверхности ZnO. Другой способ – испарение цинка ($t_{\text{кип}} \sim 900 \text{ }^\circ\text{C}$) и окисление паров цинка кислородом.
4. Для работы лазеров необходимо создание «инверсной заселенности», когда возбужденные носители заряда «скапливаются» на каком-то из уровней, чтобы потом «массово» вернуться в основное состояние. Увеличенное на порядки время жизни на таком уровне (подуровне), как правило, связано с квантовыми запретами на переход непосредственно с этого уровня на ближайший доступный (более низкий по энергии) уровень. В полупроводниковом лазере активная среда – это электронно-дырочный газ, а рабочей областью является p-n – переход. При подаче на анод полупроводникового диода положительного потенциала, происходит смещение электронов из n-области в p-область и обратный переход дырок. Электроны и дырки, оказавшиеся вблизи, спонтанно рекомбинируют с выделением фотона, то есть излучая свет. Если электрон и фотон находятся вблизи в течение времени, достаточного для прохождения через эту область фотона определенной (резонансной) частоты, возможна рекомбинация электрона и дырки с выделением второго фотона, обладающего теми же характеристиками, что и первый фотон. Полупроводниковый лазер представляет собой плоский p-n-переход большой площади. Он представляет собой тонкий полупроводниковый кристалл, верхний слой которого легирован по n-типу, а нижний – по p-типу. Торцовые грани кристалла параллельны и тщательно отполированы, образуя оптический резонатор. Фотон спонтанного излучения, многократно проходя вдоль резонатора, вызывает лавину фотонов, то есть лазерное излучение. Длина излучения полупроводникового лазера зависит от ширины запрещенной зоны.
5. Нанолазеры – это высокоэффективные миниатюрные источники света. Они могут найти применение в микроанализе, медицине, системах хранения данных, дисплеях компьютеров. Подсчитано, что замена использующихся сегодня для записи на CD

красных лазеров на нанолазеры, приведет к возрастанию плотности записи более чем в тысячу раз.

Автор – доцент А.А.Дроздов