

О ВОЗМОЖНЫХ КОЭФФИЦИЕНТАХ УСИЛЕНИЯ НА ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕХОДАХ В ЦЕНТРАХ Er^{3+} В КРЕМНИИ

В.Я. Алешкин, Б.А. Андреев, З.Ф. Красильник

Институт физики микроструктур РАН, г. Нижний Новгород, Россия

В работе обсуждается возможность создания лазера на легированных эрбием кремниевых структурах, с достигнутыми к настоящему времени параметрами, приводятся оценки коэффициента усиления и рассматриваются некоторые варианты создания волновода.

К настоящему времени можно считать надежно установленными ширину линии и время затухания люминесценции эрбиевых центров. Характерная величина ширины линии (для внутриатомных переходов центров, содержащих ион Er^{3+}) около 0.125 мэВ, а время затухания низкотемпературной люминесценции τ порядка миллисекунды. Если допустить, что время затухания люминесценции определяется радиационным временем жизни, то можно найти сечение поглощения фотона эрбиевым центром $\sigma = 0.94 \times 10^{-17} \text{ см}^2$. Отметим, что в [1] сообщалось о наблюдении очень узких линий люминесценции эрбиевых центров в кремнии ($h\nu \approx 10^{-5} \text{ эВ}$). В таких образцах эффективное сечение поглощения фотона должно быть порядка 10^{-16} см^2 .

Для создания хорошего диэлектрического волновода необходим скачок показателя преломления на границе центрального волноводного слоя и боковых ограничивающих слоев. Необходимый скачок можно обеспечить, если использовать в качестве активной области не Si, а твердый раствор $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ или $\text{Ge}_x\text{C}_y\text{Si}_{1-x-y}$. Если в качестве волноводного слоя используется $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$, то для обеспечения разности показателей преломления $\Delta n_r = 0.1$ необходимо, чтобы доля германия в твердом растворе составляла около 0.143. Как показывают расчеты, оптимальная толщина этого слоя составляет около микрона. Такая толщина многократно превосходит критическую толщину, и в этом случае на гетерограницах возникнут дислокации, что ухудшит параметры лазера. Если в качестве волноводного слоя используется $\text{Ge}_x\text{C}_y\text{Si}_{1-x-y}$, тогда при соотношении $x \approx 8.3y$ твердый раствор согласован по параметру решетки с кремнием и проблем с дислокациями не возникает. Однако, в этом случае для обеспечения $\Delta n_r = 0.1$ необходимо чтобы $x \approx 0.17$ $y \approx 0.02$.

1. Vinh N.Q., H. Przybylinska, Krasil'nik Z.F. et al. // Physica B, 2002. V. 308-310. (in press).