

# 集成光电子学概论——第一次作业

廖汶锋

电子工程系

2023.10.26

问题 1. 780 nm 的 LD 有源层是什么组分，折射率是多少？

解答 1.

有源层的带隙  $E_g$ ：

$$E_g = \frac{1.24(eV \cdot \mu m)}{\lambda_c} = \frac{1.24}{0.78} eV = 1.593 eV \quad (1.1)$$

利用部分 III-V 族化合物的晶格常数和带隙能量关系图(图 1):

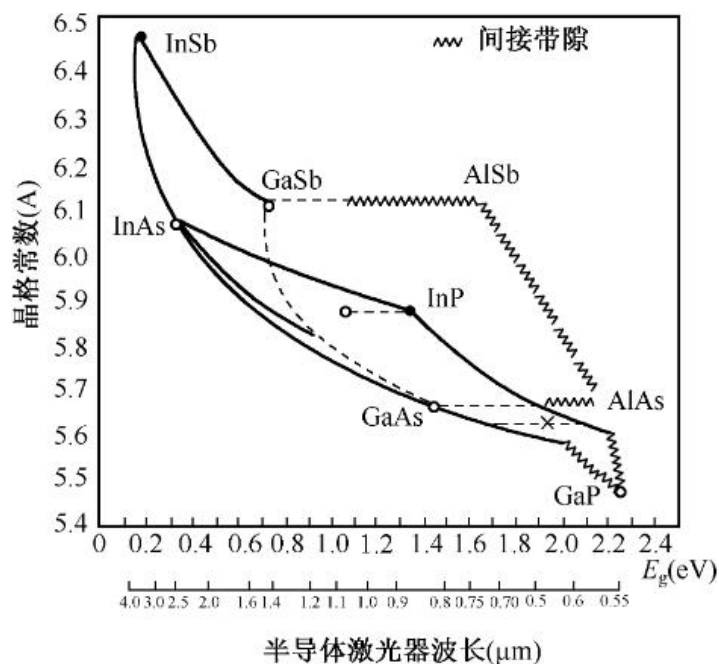


图 1: 一些主要 III-V 族化合物的晶格常数和带隙能量随它们的成分的变化

结合直接带隙的条件，可以得出其有源区可以采用  $Ga_{1-x}Al_xAs$  材料。

参考  $Ga_{1-x}Al_xAs$  带隙  $E_g$  与组分  $x$  的关系式，可以算出

$$E_g(eV) = 1.424 + 1.247x$$

$$x = (1.593 - 1.424)/1.247 = 0.135 \quad (1.2)$$

最后，结合  $Ga_{1-x}Al_xAs$  折射率与组分  $x$  的关系式，可以算出

$$\bar{n} = 3.590 - 0.710 \times 0.135 + 0.091 \times 0.135^2 = 3.496 \quad (1.3)$$

问题 2. 设计发光波长为  $1.31\ \mu\text{m}$  和  $1.55\ \mu\text{m}$  的 LED，其有源层是什么材料？

解答 2.

参考图 1，可以得出这种 LED 的有源层材料为  $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_y\text{P}_{1-y}$ 。

问题 3. 为什么  $1.31\ \mu\text{m}$  和  $1.55\ \mu\text{m}$  的 LD 可用 InP 作限制层？

解答 3.

因为常温下，InP 的禁带宽度是  $E_{g(\text{InP})} = 1.35\ \text{eV}$ ，而题目所述的 LD 有源层禁带宽度不超过

$$E_{g(\text{active})} \leq \frac{1.24(\text{eV} \cdot \mu\text{m})}{1.31\mu\text{m}} = 0.947\ \text{eV} < E_{g(\text{InP})} \quad (3.1)$$

所以 InP 可以作为这种 LD 的限制层。

问题 4. InGaAsP/InP 中，InP 可做光限制，也可作电限制，也是衬底，那么 InP 能否做 780nm LD 的衬底层？

解答 4.

InP 不能做 780 nm LD 的衬底层。因为衬底层带隙一定需要比有源层宽，但是结合 (1.1) 式可知

$$E_{g(780\text{nm})} = 1.593\text{eV} > 1.35\ \text{eV} = E_{g(\text{InP})} \quad (4.1)$$

因此，780 nm LD 的衬底层不能采用 InP 材料。