

Chương 8

Ví dụ bổ sung 1

Độ sáng của LED

Giả sử có hai LED, một màu đỏ, với công suất phát quang ngoài là 20 mW, phát ánh sáng ở bước sóng 650 nm, và chiếc còn lại yếu hơn, màu xanh lục với công suất phát quang 5 mW, phát ra ánh sáng ở 530 nm. Tìm quang thông phát ra bởi từng LED. Cho biết kết luận của bạn?

Lời giải:

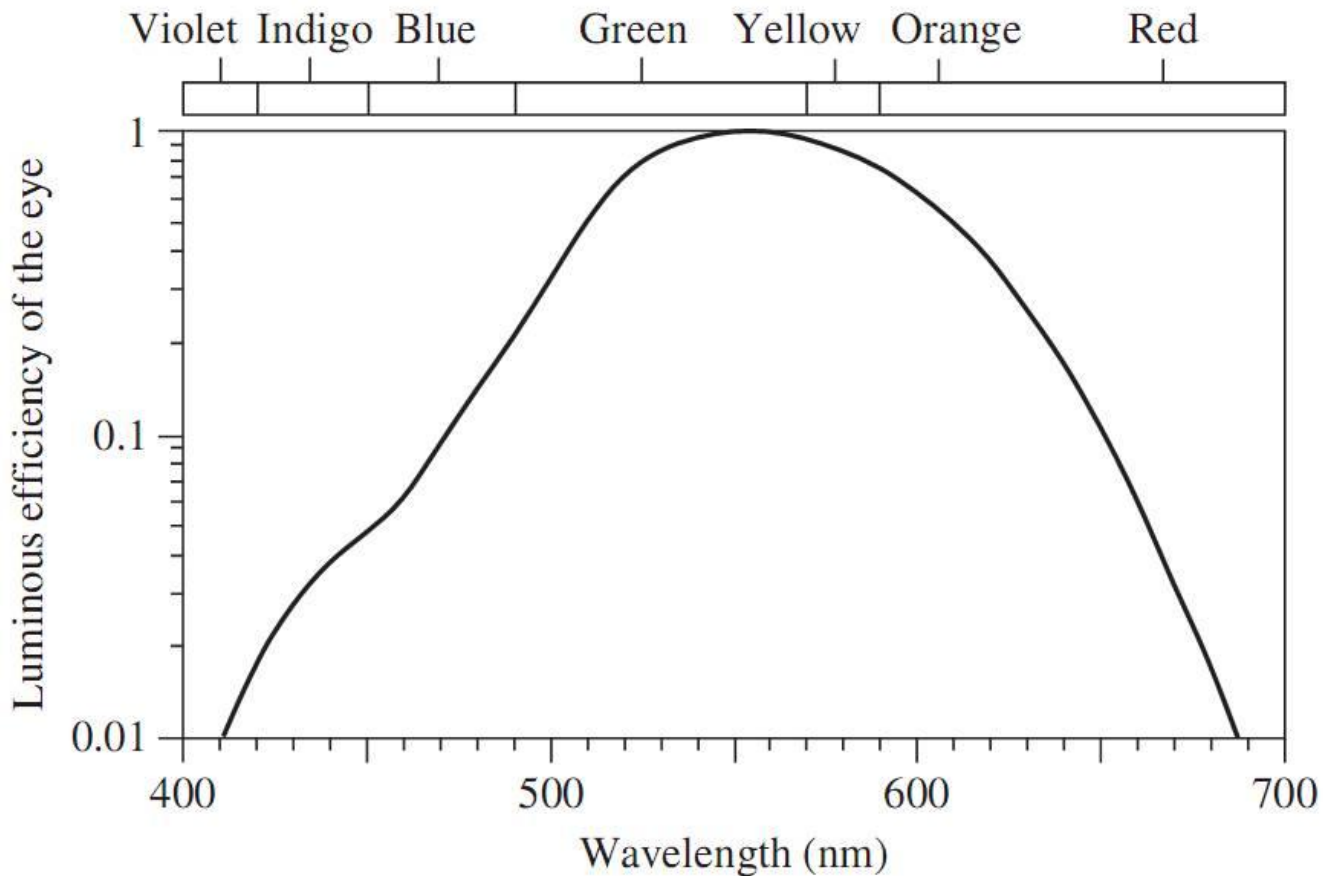
Đối với LED đỏ, ở $\lambda = 650$ nm, đồ thị hàm khả kiến (hình dưới) cho biết $\eta_{eye} = 0.1$, vì vậy:

$$\Phi_v = P_0 \times (683 \text{ lm W}^{-1}) \times \eta_{eye} = (20 \times 10^{-3} \text{ W}) (683 \text{ lm W}^{-1}) (0.1) = 1.37 \text{ lm}$$

Đối với LED xanh lục, ở $\lambda = 530$ nm, đồ thị hàm khả kiến (hình dưới) cho biết $\eta_{eye} = 0.85$, vì vậy:

$$\Phi_v = P_0 \times (683 \text{ lm W}^{-1}) \times \eta_{eye} = (5 \times 10^{-3} \text{ W}) (683 \text{ lm W}^{-1}) (0.85) = 2.9 \text{ lm}$$

Như vậy mặc dù LED xanh lục có công suất phát sáng bằng $\frac{1}{4}$ của LED đỏ, nhưng mắt người lại cảm nhận thấy nó sáng gấp đôi LED đỏ.



Ví dụ bổ sung 2

Hiệu suất của LED

Một LED GaAs phát ánh sáng tại 870 nm. Vùng hoạt động là loại p với nồng độ acceptor là $N_a = 2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Thời gian tái hợp không phát xạ là 100 ns. Tại dòng thuận 35 mA, hiệu điện thế dọc theo LED là 1.45 V, và công suất phát quang là 7.5 mW. Hãy tính IQE, EQE, PCE, và đánh giá hiệu suất khai thác ánh sáng. Đối với GaAs, thời gian tái hợp có phát xạ tại lớp p -GaAs có thể viết dưới dạng $\tau_r = 1/BN_a$, trong đó $B = 2 \times 10^{-16} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Đáp án:

Thời gian tái hợp có phát xạ là: $\tau_r = 1/BN_a = 1/\left[(2 \times 10^{-16} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1})(2 \times 10^{23} \text{ m}^{-3})\right] = 2.5 \times 10^{-8} \text{ s}$ hay 25 ns. Từ đó:

$$\eta_{\text{IQE}} = \frac{\tau_r^{-1}}{\tau_r^{-1} + \tau_{nr}^{-1}} = \frac{(25 \text{ ns})^{-1}}{(25 \text{ ns})^{-1} + (100 \text{ ns})^{-1}} = 0.80 \text{ hay } 80\%.$$

Năng lượng photon phát ra là $hf = hc/\lambda = 1.425 \text{ eV}$. Từ đó:

$$\eta_{\text{EQE}} = \frac{P_0/hf}{I/e} = 0.15 \text{ hay } 15\%.$$

Hiệu suất chuyển đổi năng lượng là:

$$\eta_{\text{PCE}} = P_0/IV = 0.148 \text{ hay } 14.8\%$$

Hiệu suất khai thác ánh sáng là:

$$\eta_{\text{EE}} = \frac{P_0}{hf\eta_{\text{IQE}}(I/e)} = 0.188 \text{ hay } 18.8\%$$

Như vậy việc nâng cao hiệu suất khai thác ánh sáng rất quan trọng để thu được linh kiện phát sáng hiệu suất cao.

Bài 1

Kết quả các phép đo thực hiện trên các LED bán dẫn vùng cấm thẳng khác nhau với độ rộng phổ tại nửa cực đại $\Delta\lambda_{1/2}$ được cho trên Bảng. Hãy tính giá trị của m trong phương trình sau:

$$\Delta\lambda_{1/2} = \lambda_0^2 \frac{mkT}{hc}$$

Đỉnh phát xạ λ_0 (nm)	650	810	820	890	950	1150	1270	1500
$\Delta\lambda_{1/2}$ (nm)	22	36	40	50	55	90	110	150
Vật liệu	AlGaAs	AlGaAs	AlGaAs	GaAs	GaAs	InGaAsP	InGaAsP	InGaAsP

Bài 2

Quang thông của LED

- Một LED xanh lam có công suất phát quang ở 455 nm là 453 mW, với dòng điện là 350 mA và thế áp thuận là 3.2 V. Hãy tính hiệu suất chuyển đổi năng lượng, hiệu suất lượng tử ngoài, và hiệu suất phát sáng của LED.
- Một LED xanh lam chế tạo với lớp phát xạ là đa giếng lượng tử InGaN, phát ra ánh sáng với bước sóng 528 nm. Tại thế áp thuận 3.2 V, dòng điện qua LED là 350 mA. Quang thông do LED phát ra là 93 lm. Hãy tính hiệu suất chuyển đổi năng lượng, hiệu suất lượng tử ngoài, hiệu suất phát sáng, và công suất phát quang của LED.

Bài 3

Điện trở sụt thế mắc nối tiếp với LED.

Trong các mạch điện, để kéo dài tuổi thọ của LED, người ta thường mắc chúng nối tiếp với các điện trở để hạn chế dòng điện qua LED và đảm bảo chúng hoạt động ở hiệu điện thế ổn định V_f . Bảng dưới đây cho điện thế khi hoạt động và dòng điện cực đại I_{\max} mà LED chịu được. Hãy tính các điện trở nối tiếp tương ứng khi mắc chúng vào nguồn DC với hiệu điện thế $V_s = 5$ V.

$$R_s = \frac{V_s - V_f}{I_{\max}}$$

LED	Đỏ (R)	Xanh lục (G)	Xanh lam (B)
V_f (V)	2.0	3.5	3.5
I_{\max} (mA)	30	30	30
R_s (Ω)	100	50	50