

Esercitazione n° 7:

Matteo Farronato

Corso di Optoelettronica A.A. 2022/2023

5 Maggio 2023

Esercizio 1

Si consideri il LED a doppia eterostruttura con layer attivo in Nitruro di Gallio e Indio (InGaN) mostrato in Figura 1.

Note le seguenti caratteristiche del dispositivo:

- $E_{g,InGaN}(300\text{ K}) = 2.8\text{ eV}$
- $\frac{dE_g}{dT} = -4.3 \cdot 10^{-4} \frac{\text{eV}}{\text{K}}$
- corrente di polarizzazione diretta $I_F = 20\text{ mA}$
- potenza ottica emessa $P_{out} = 1.5\text{ mW}$
- efficienza di conversione elettro-ottica $\eta_{PCE} = 2.1\%$

1. determinare la lunghezza d'onda corrispondente al picco di emissione del LED;
2. calcolare la larghezza a metà altezza dello spettro di emissione in termini di lunghezza d'onda;
3. determinare la variazione di temperatura ΔT per cui si ottiene uno spostamento di 10 nm del picco di emissione;
4. calcolare l'efficienza quantica esterna η_{EQE} del LED;
5. calcolare la tensione diretta applicata ai capi del dispositivo;
6. valutare il flusso luminoso emesso ϕ_v e la corrispondente efficienza luminosa della sorgente η_{LE} facendo riferimento alla curva fotopica $V(\lambda)$ riportata in Figura 2.

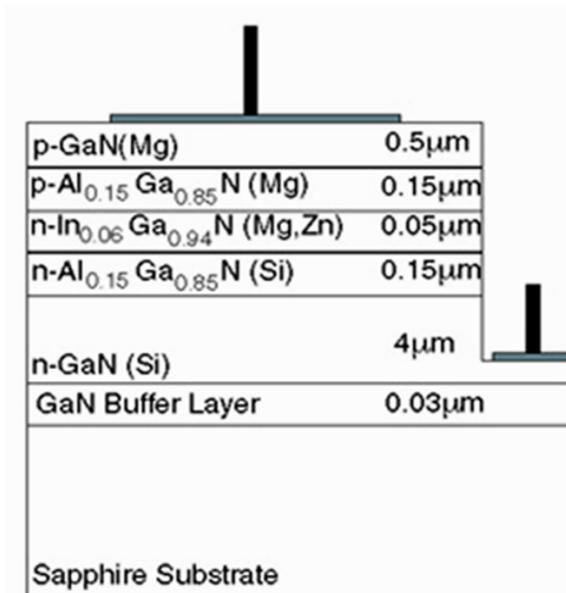


Figura 1 LED a doppia eterostruttura InGaN/AlGaN.

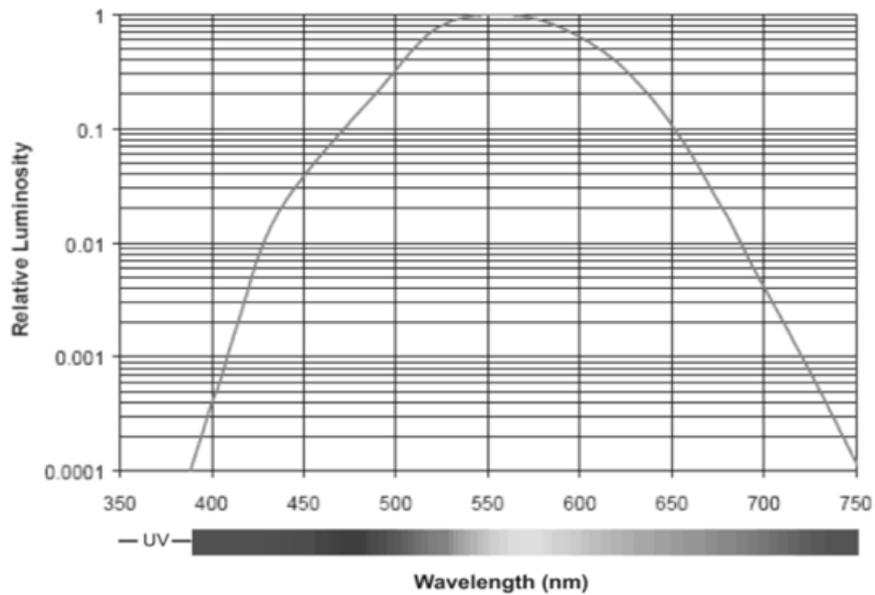


Figura 2 Curva fotopica dell'occhio umano al variare della lunghezza d'onda della radiazione ottica.

Esercizio 2

Si consideri un LED in AlGaInP ($E_g = 1.975 \text{ eV}$). Il dispositivo è caratterizzato da un'efficienza quantica esterna $\eta_{EQE} = 24\%$ e da un'efficienza di conversione elettro-ottica $\eta_{PCE} = 23.7\%$.

1. Calcolare la tensione applicata ai terminali del dispositivo.
2. Sapendo che la corrente di operazione è pari a $I = 20 \text{ mA}$, calcolare la potenza ottica emessa dal LED.
3. Considerando la curva fotopica in Figura 2, valutare l'efficacia luminosa η_{LE} del LED.

Supporre ora che la distribuzione spaziale della radiazione emessa dal LED segua la legge di Lambert:

4. Calcolare l'intensità radiante di picco I_0 e confrontare il risultato ottenuto con il caso di una sorgente isotropa ($I(\theta) = \text{costante}$), a pari flusso radiante emesso.

Il LED illumina un fotorivelatore pn in silicio di raggio $r = 1 \text{ mm}$ posto a distanza $L = 2 \text{ m}$ in una direzione $\theta = 60^\circ$ rispetto alla direzione di emissione massima del dispositivo.

5. Si calcoli il numero medio di fotoni raccolti dal rivelatore in un intervallo di tempo $\Delta t = 100 \text{ ns}$.

COSTANTI FISICHE

Costante di Boltzmann: $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$

Costante di Planck: $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Carica dell'elettrone: $q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Velocità della luce nel vuoto: $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$