

平成19年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[電子デバイス工学]

1. 図1に示す構造のゲート長 L [m]、ゲート幅 W [m]、単位面積あたりのゲート容量 C [F/m²]、しきい電圧 V_{th} [V]のnチャンネル型MOS電界効果トランジスタの電流電圧特性の導出を行う。ゲートに電圧 V_{gs} [V]、ドレインに電圧 V_{ds} [V]を加えると、ドレインからソースへドレイン電流 I [A]が流れる。ソースからドレインに向かう方向を x 軸とし、ソース端を $x=0$ 、ドレイン端を $x=L$ とする。位置 x における反転層の単位長さあたり電荷密度を $Q(x)$ [C/m](ただし $Q(x) < 0$)、電位を $V(x)$ [V]、反転層中の電子のドリフト速度を $v(x)$ [m/s]とする。また、移動度を μ [m²/Vs]とする。この時、 $V_{ds} < V_{gs} - V_{th}$ の範囲において以下の問いに答えよ。

【30点】

- (1) I を $Q(x)$ と $v(x)$ を用いて表せ。
- (2) ゲート容量と反転層電荷の関係から、 $Q(x)$ を $V(x)$ を用いて表せ。
- (3) $v(x)$ を $V(x)$ を用いて表せ。微分形を用いても良い。
- (4) (1)～(3)の結果から、 I を $V(x)$ を用いて表せ。
- (5) (4)の結果から、 I を V_{ds} を用いて表せ。ただし、 $V(0) = 0$ 、 $V(L) = V_{ds}$ の境界条件を用いよ。
- (6) $V_{ds} < V_{gs} - V_{th}$ の範囲において、(5)の結果を用いて、 I の V_{ds} 依存をグラフで図示せよ。

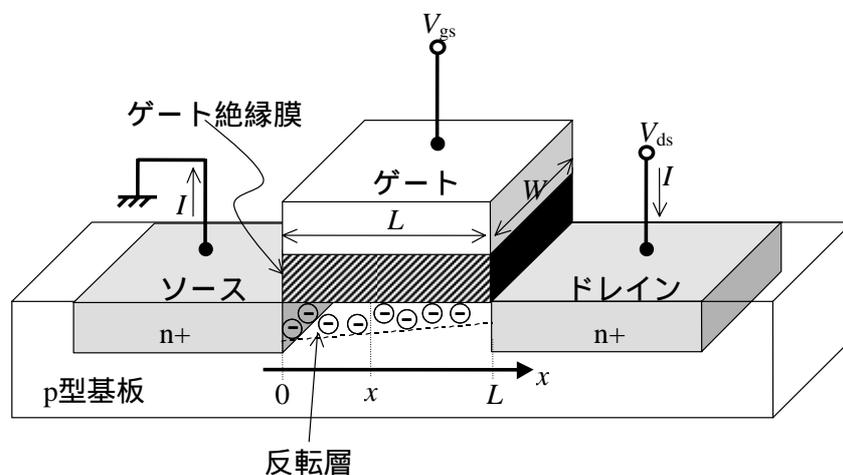


図1 nチャンネル型MOS電界効果トランジスタ

2. 半導体レーザにおいて光の発振が起こる条件を考える。図2に示すファブリペロー共振器の長さを L 、共振器の端面における光の反射率を R_1 、 R_2 とする。共振器内において、単位長さあたりの光の増幅率を g 、吸収損失を α とする。つまり、光が共振器内を x の距離だけ進むと、光の強度が $e^{(g-\alpha)x}$ 倍になる。ただし、 e は自然対数の底である。なお、共振器内の y 方向、 z 方向の光のめりはしないものとする。また、光の波長は共振器の共振モード波長に一致しているものとする。この時、以下の問いに答えよ。

【20点】

- (1) $x=0$ で強度 I_0 の光が $x=L$ の端面で反射された直後の光の強度 I_1 を求めよ。
- (2) (1)の I_1 の光が $x=0$ の端面に戻ってきて、反射された直後の光の強度 I_2 を求めよ。
- (3) (2)の結果から、光の発振を起こすために必要な g と α の間の関係式を求めよ。

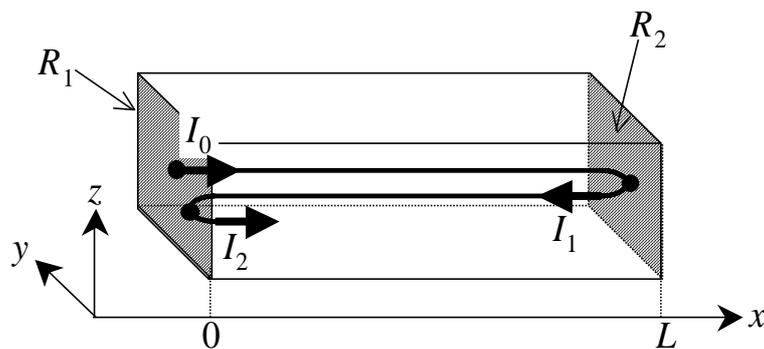


図2 半導体レーザにおけるファブリペロー共振器