

4 準位系の利得媒質を用いたレーザー発振器について、出力最適結合のときの出力鏡の透過率とそのときのレーザー出力を求めよ

出力最適結合の時の出力鏡の透過率を T_{opt} とする。出力 P_0 は、入力特性の傾き $\frac{T_2 S I_s}{R_{th}}$ からわか

るように、透過率にも依存している。そして、出力鏡透過率 T_2 は、高くすると共振器損失が大きくなり、発振閾値 R_{th}, r_{th} が高くなりすぎて発振しなくなる。一方透過率を下げて

当然出力は下がる。なので、 $\frac{dP_0}{dT_2} = 0$ となるところが T_{opt} となる。 $\frac{dP_0}{dT_2} = 0$ を考える。(簡単

のために T_2 が十分小さいものとして $l_0 = -\log(1 - T_2) \cong T_2$ と近似する。)

$$P_0 = T_2 S I_s \left(\frac{r_0}{r_{th}} - 1 \right) \text{を代入して計算すると、} \frac{dP_0}{dT_2} = S I_s \left(\frac{r_0}{r_{th}} - 1 - T_2 \frac{dr_{th} r_0}{dT_2 r_{th}^2} \right)$$

また、 $2r_{th}l = l_c = l_o + l_i$ において、 $l_0 = -\log(1 - T_2) \cong T_2$ を用いて両辺を、 T_2 で微分すれ

ば $\frac{dl_0}{dT_2} \cong 1$ となる。よって $\frac{dr_{th}}{dT_2} = \frac{1}{2l} \frac{dl_0}{dT_2} \cong \frac{1}{2l}$ これを、 $\frac{dP_0}{dT_2}$ の式の代入して、

$$\frac{dP_0}{dT_2} \cong S I_s \left(\frac{r_0}{r_{th}} - 1 - T_2 \frac{1}{2l} \frac{r_0}{r_{th}^2} \right) \text{そして、} 2r_{th}l \cong T_{opt} + l_i \text{より、} \frac{dP_0}{dT_2} = 0 \text{に代入して計算する}$$

$$\text{と、} (T_{opt} + l_i)^2 = 2r_0 l l_i \text{となり、} T_{opt} = (2r_0 l l_i)^{\frac{1}{2}} - l_i$$

また、最適出力結合のときのレーザー出力 P_{opt} は、

$$(T_{opt} + l_i)^2 = 2r_0 l l_i, \quad T_{opt} = (2r_0 l l_i)^{\frac{1}{2}} - l_i \text{より、} P_0 = T_2 S I_s \left(\frac{r_0}{r_{th}} - 1 \right) \text{で} T_2 = T_{opt} \text{を代入して、}$$

$$P_{opt} = S I_s \left((2r_0 l l_i)^{\frac{1}{2}} - l_i \right) \left(\frac{2r_0 l - \left((2r_0 l l_i)^{\frac{1}{2}} - l_i \right) - l_i}{(2r_0 l l_i)^{\frac{1}{2}} - l_i + l_i} \right) = S I_s \left((2r_0 l l_i)^{\frac{1}{2}} - (l_i)^{\frac{1}{2}} \right)^2 \text{となる。}$$