光導波路(2)

波多腰玄一

1 はじめに

前章では，平板光導波路の基本である3層構造光導波路におけるモードの解析法とExcelでのニュートン法による計算を紹介した。この計算法はほぼそのままパラメーターが複素数の場合にも拡張できる。そこで今回は複素屈折率分布を持つ3層構造光導波路のモードを求めてみる。

2 半導体レーザーにおける導波モード

半導体レーザーは利得，吸収がある複素屈折率光導波路と見做すことができる。必ずしも3層ではないが，まず3層光導波路として近似した場合の導波モードを求めてみる。

(1)pn接合による利得導波

pn接合構造は同じ材料によるp型とn型の半導体を接合した構造である。材料が同じなので，屈折率実数部は全領域で同じである。したがって屈折率実数部の分布だけでは導波モードの固有値は出てこない。接合部の利得により，屈折率虚数部の分布があるために固有値としての導波モードが出現する。一般にはこの利得分布は階段的分布ではないが，ここでは図1に示したような3層構造で近似してみる。

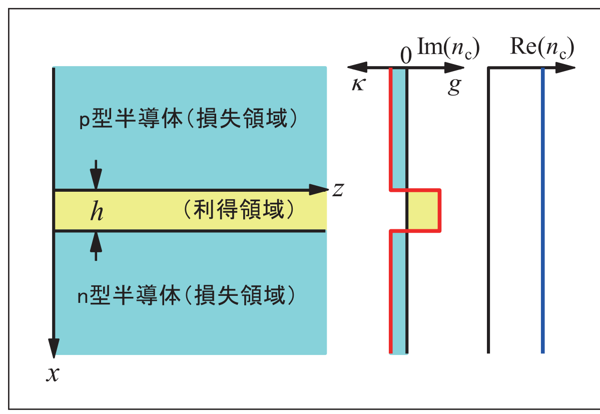

図1　3層平板光導波路として表したpn接合構造

図1は前章と同様の3層平板光導波路であるから，同じ固有値方程式を用いてニュートン法で解を求めることが可能である。前章ではニュートン法で用いる関数fとその微分をβの関数と与えた。ほぼ同様であるが，ここではβ^2の関数として表し，$\beta^2(=k_0^2n_{eq}^2)$をニュートン法で求めることにする。そうするとfとその微分は以下で与えられる。

$$f(\beta^2) \equiv -\kappa h + \tan^{-1}\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\frac{\gamma_1}{\kappa}\right) + \tan^{-1}\left(\frac{\alpha_3}{\alpha_2}\frac{\gamma_3}{\kappa}\right) + m\pi \qquad (1)$$

$$\frac{df}{d(\beta^2)} = \frac{1}{2\kappa}\left(h + \frac{q_1}{\gamma_1} + \frac{q_3}{\gamma_3}\right) \qquad (2)$$

式(1)，(2)は前章の式(22)，(23)に対応している。ただし，ここでは各層の屈折率が複素数のため，式(1)，(2)におけるβ，κ，γ_1，γ_3，α_1，α_2，α_3，q_1，q_3はすべて複素数となる。以下では複素屈折率をn_cとして，その実数部と虚数部をn，gで表すことにする。すなわち