

2-3 誘電体スラブ導波路

固有値方程式

$$\tan \chi_1 d = \sqrt{\frac{V^2}{(\chi_1 d)^2} - 1} \quad (\text{TE 偶モード}) \quad \cdots(2.42)$$

$$\tan \chi_1 d = \frac{-1}{\sqrt{\frac{V^2}{(\chi_1 d)^2} - 1}} \quad (\text{TE 奇モード}) \quad \cdots(2.43)$$

Fig.1 は上記の固有値方程式を数値計算的に解いたものである。方程式の左辺と右辺の交点が解となる。図の場合は交点が偶モードで3つ、奇モードで2つあるので、この5つのモードがスラブ導波路の伝搬モードとなる。スラブ導波路に単一のモードの光のみ伝搬（シングルモード）させるには交点が1つになるように規格化周波数 V を選ぶ。

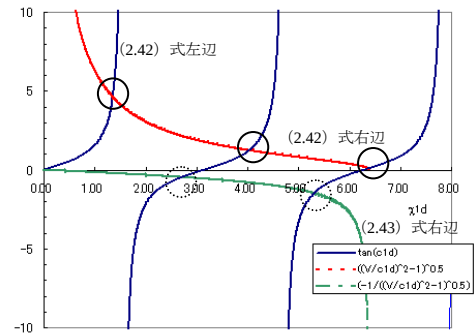


Fig.1 固有値の数値計算

2-4 ステップインデックス形ファイバ

ステップインデックス (SI) 形ファイバ (Fig.2) の伝搬モードもスラブ導波路の解析と同様に解析できる。SI 形ファイバの規格化周波数 V は

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad \cdots(2.69)$$

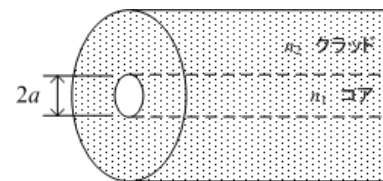


Fig.2 SI 形ファイバ

となる。伝搬モードを単一（シングルモード）とするには、 $V \leq 2.405$ とすれば良いことがわかる（教科書図 2.10 参照）。 V を小さくする条件は、①コアとクラッドの屈折率差を小さくする、②コア径を小さくする、のいずれかとなる。②の条件を満たすためにコア径を数 μm と細くしたファイバがシングルモードファイバである。

2-7 光ファイバの減衰特性

光ファイバの分散

媒質中を光が伝搬していくとき、光の波長によって伝搬速度が異なることを**分散**（dispersion）という。ファイバの分散としては次のようなものがある。

- ・材料分散：ファイバ材料（石英ガラス）の屈折率の波長依存性
- ・構造分散：ファイバの構造による分散
- ・モード分散：伝搬モードによる伝搬速度の違い（単一モードファイバにはない）

この分散が小さい材料やファイバの形状を選んで光を伝送させている。

光ファイバの損失

ファイバの損失（光の減衰）には次のようなものがある。

吸収損失

- ・赤外吸収：Si-O 結合による分子振動
- ・紫外吸収：電子励起による光吸収
- ・不純物による吸収（O-H による分子振動）

散乱損失

- ・レイリー散乱
- ・コア-クラッド界面の揺らぎによる散乱

その他に、ファイバ同志を接続するときの、コアの軸ずれ、コアの角度ずれ等の**接続損失**がある。

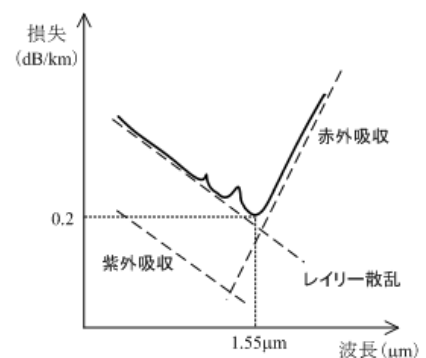


Fig.3 ファイバの減衰特性