2012试卷

2017年5月3日 19:23

华中科技大学

光电子科学与工程学院二〇〇九级

《光纤光学》考试试卷 A（闭卷）

专业：__________ 班级：__________ 姓名：__________ 学号：__________

题　号	一	二	三	四	总分
得　分					
阅卷人					

一、　选择题（下列各题四个备选答案中有一个正确答案，请将其代号写在题干前面的括号内。每小题 2 分，共 30 分）

（ C ）1　光纤中关于模式论述**正确**的是：

A、 光纤中存在 TEM、TE、TM 以及混杂模；　光纤中不存在TEM

B、SIOF 中基模截止时对应的归一化频率为 2.405；

C、不同的模式可有相同的本征值；

D、 光纤中不同的模式对应不同的频率。

（ A ）2　光纤可按下列何种不同而分为单模和多模光纤：

A、 光纤传输特性；

B、光纤材料；

C、光纤折射率分布；

D、 光纤特殊用途。

（ A ）3　隔离器正向输入光功率为 0dBm 时，输出光功率为-0.1dBm；反向输入光功率为 2mW 时，反向输出功率为 1nW。那么该隔离器的隔离度约为：

A、 63dB；

B、0.1dB；　　$\alpha = -10\lg(P_{out}/P_{in})$，（正向输入）

C、1.9dB；

D、 60dB。

隔离度 $I = -10\lg(P'_{out}/P'_{in})$，（反向输入）

（ A ）4　以下论述**正确**的是：

A、倾斜光线行进中始终不会与纤轴相交；

B、辐射模对应的是受约束的模式；

C、阶跃折射率光纤可用于传输图像；

D、任意光纤端面任一点的数值孔径是相同的。

（ D ）5　随着技术的发展，光纤的损耗被不断降低，但是它的降低却存在着极限，产生这个极限的主要原因是：

A、过渡金属离子吸收；
B、OH 根吸收；
C、弯曲损耗；
D、瑞利散射。

（ C ）6 色散位移光纤的实现是通过改变哪种色散，从而达到移动零色散点的目的：
A、 模式色散；
B、材料色散；
C、波导色散；
D、偏振模色散。

（ A ）7 已知 V=10，则平方律光纤中支持传输的模式总数近似为：
A、25；
B、10；
C、11；
D、50。

$$\mathrm{M}=\frac{g}{2(2+g)}V^2=\frac{V^2}{4}$$

（ A ）8 现有一个 2×2 定向耦合器，耦合分光比为 10:90，从它的 1、2 端口同时输入同波长功率均为 P_0 的光波，则在 1 端口的直通端的光功率为：
A、P_0；
B、$0.1P_0$；
C、$0.9P_0$；
D、$2P_0$。

（ B ）9 G.655 光纤同 G.652 最大的区别是：
A、工作在 C 波段支持的模式数目不同；
B、1550nm 处色散量不同；
C、G.655 的零色散波长移动到了 1310nm 处；
D、最低损耗处波长不同。

都是单模光纤，652零色散点在1310nm，655在1550nm有少量正色散或者负色散，损耗最小都在1550nm

（ A ） 10 下面论述**正确**的是：
A、光在光纤包层的损耗比纤芯高；
B、对于相同工作波长的多模光纤，芯径越细，模式数目越多；
C、分析光纤的传输特性只能采用波动光学理论；
D、光纤的数值孔径越大，其传输带宽越大。

NA越大，则带来更多的模间色散，这个色散大小：单模S<多模GIOF<多模SIOF

（ B ）11 半导体激光二极管与光纤耦合时，一般不会影响耦合效率的因素有：
A、场型失配；
B、激光二极管功率；
C、场分布非圆对称；
D、模场失配。

- 场型失配（光纤高斯，LD偏离高斯）
- 非圆对称
- 模场失配

（ D ）12 光脉冲的展宽与下列那种因素**无关**：

A、 光纤的芯径；

B、光纤传输波长；

C、光纤的波导结构；

D、 光纤的传输损耗。

材料色散、波导色散、模间色散

（ A ）13 关于 OTDR 的描述，**不正确**的是：

A、 可以用来测量光纤的折射率；

B、可以用来检测光纤的断点；

C、可以用来测量光纤的长度；

D、 可以用来测量光纤的损耗系数。

（ C ）14 光纤连接时需要考虑的内部损耗因子是哪一项：

A、 两根光纤端面质量；

B、两根光纤端面的间隔；

C、两根光纤的相对折射率差；

D、 光纤端面间的角度。

（ B ）15 下列哪种光纤能够设计成无截止单模传输？

A、阶跃折射率分布光纤；

B、光子晶体光纤；

C、掺铒光纤；

D、渐变折射率分布光纤。

IG-PCF特性：

- 无截止单模特性，在任何波长下都是单模
- 大模场尺寸，可以极大提高入射功率
- 色散可调

二、简答题（每小题 5 分，共 25 分）

1. 简述光纤耦合器中不同波长合波与分波的基本原理。

不同的波长在光纤耦合器中的耦合R（z）的周期不同，所以在一定的距离时，可以出现不同波长耦合进同一个输出端口，即实现分波；或在在一定距离出现有的波长处于最大耦合，另一波长处于耦合最小，即实现合波。

2. 简述光纤损耗测量的三种方法，并进行对比分析。

- 切断法：探测待测光纤的输出光功率Pout，再在距离输入口2m处切断光纤，然后探测截断处的功率，做为注入功率Pin，将这些测量数据带入公式$\alpha = -lg\,\frac{P_{out}/P_{in}}{L}$，则得到光纤损耗系数。
  这种方法精度高，但是是破坏性测试。
- 插入损耗法：将一根与待测光纤完全相同的2m光纤与光源注入系统进行耦合，校准其输出光功率做为注入功率Pin，然后将待测光纤用活动连接器接入，测量输出光功率做为输出功率Pout，带入公式计算光纤损耗系数。
  这种方法是非破坏性测量，但是测量精度受到连接器的精度和重复性的影响。
- 背向散射法：OTDR在注入端探测光纤中的背向散射光脉冲功率，接受到回波的时间越长代表是越远处的背向散射光，绘制探测功率对数--距离的曲线，则斜率就是光纤损耗系数。

3. 谈谈光无源器件与光有源器件的区别，每种类型列举三种具体器件名称。

光无源器件发挥作用不需要供给能量驱动，而有源器件需要供给能量。

无源：自聚焦透镜、光纤光栅、光纤耦合器

有源：光纤放大器、光纤激光器、光开关

4. 弱导光纤的条件是什么？弱导光纤中构造线偏振模式的依据是什么？

n1约等于n2称为弱导光纤

弱导光纤中光纤纤芯对导模的束缚能力很弱，所以导模的横向分量比纵向分量大一个数量级以上，传播的场几乎是横电磁的。同时HE（l+1，m）和EH（l-1，m）具有相近的色散曲线，两者几乎简并，并且偏振旋向相反，于是可以线性叠加使某一分量抵消，称为线偏振模LP（l，m）

5. 什么是光纤的截止波长？并简述光纤截止波长测量的基本原理。

单模光纤的截止波长是指使最临近基模的高阶模LP11模截至的波长，若波长高于截止波长则光纤中只存在基模。

截止波长的测量是探测模场半径W（λ）随波长减小的时候发生突变变宽的波长。在波长大于截至波长时，只存在基模，随着波长减小，模场半径减小；当波长约等于截止波长时，产生了高阶模LP11模，模场半径急剧增大；当波长远小于截止波长时，双模稳定存在，模场半径随着波长的减小而减小。

在转折点前后两个不太长的区间用直线拟合W（λ）曲线，两个曲线交点对于的波长就是截止波长。

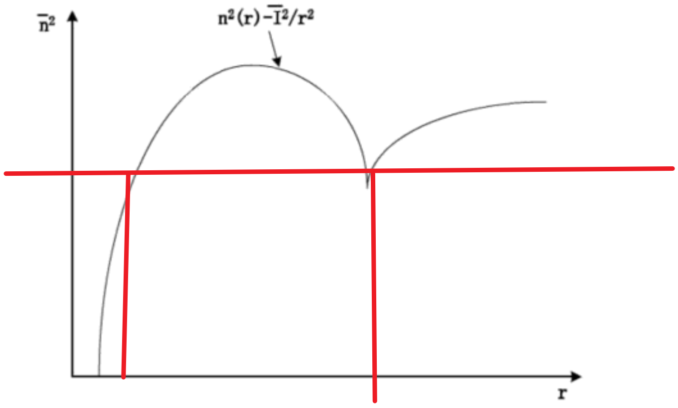
三．设计题：每题 5 分，共 15 分

1. 设计一种光环行器并画出器件结构光路图，简要阐述其工作原理；并利用光环行器设计一个单纤双向传输系统，画出系统原理框图。

2. a、b 两段均为 20km 长度的不同类型光纤连接构成待测光纤。OTDR 测得最大功率为-5dBm，最小功率为-25dBm。a 段光纤末端返回功率为-13dBm。试画出 OTDR 测得的背向散射功率随光纤长度变化关系（需要体现盲区、连接点、菲涅尔反射位置），并注明每段光纤损耗大小。

0.2dB/km
0.3dB/km

3. 在下图中标注渐变折射率分布光纤纤芯半径大小，折射光线存在时散焦面半径最大值。



四. 计算题：每题 10 分，共 30 分

1. 已知某阶跃单模折射率光纤的纤芯有效折射率为 n_1=1.5。(1) 如果需要反射中心波长位于 1551nm，带宽在 18nm 范围内的光，那么制作布拉格光栅周期应该取多少？（2）如果需要将此光栅用做色散补偿，试画出简单结构示意图，并注明最远端光栅周期大小。

(1) 514-520nm

2. 已知一阶跃折射率分布光纤的纤芯直径为 6 微米，数值孔径 NA=0.2405，问:（1）求该光纤单模工作条件下的截止波长;（2）对于 1.55 微米的光波传输哪些精确模式?

(1) 1884nm

(2) HE11， HE21， TE01， TM01

a是半径

$$V = \mathrm{kaNA} = \frac{2\pi}{\lambda} aNA = 2.405$$

1885nm

V=2.925

传输HE11、TM01、TE01、HE21

3. 有一 P/4 节距自聚焦透镜，其折射率分布遵从平方律分布。其芯径 2a=4mm，相对折射率差为 0.005，纤芯折射率为 1.5。(1) 求透镜的聚焦参数，单位用/mm 表示;（2）求自聚焦透镜的长度;（3）作为准直透镜时，分别说明输出光束的束宽以及发散角与光纤的哪些参数成正比。若光纤半径为 4 微米，请计算输出光束发散角。

（1） 0.05 /mm

（2） 31.4 mm

(3) 0.3e-3rad

$$(1)\sqrt{A} = \frac{\sqrt{2\Delta}}{a} = \frac{0.05}{mm}$$

(2)

$$\boxed{P = \frac{2\pi}{\sqrt{A}} = 2\pi a_l / \sqrt{2\Delta}}$$

L=P/4=31.41mm

(3)

$$a_b = NA_f / \left[n_0 \sqrt{A} \sin\left(\sqrt{A}L\right)\right] + a_f \cos\left(\sqrt{A}L\right) \qquad \theta_b = \sin^{-1}\left[-a_f \sin\left(\sqrt{A}L\right) n_0 \sqrt{A}\right]$$

光束束宽与数值孔径成正比，发散角正比于纤芯半径

3*10^-4rad

可能用到的公式和数据：

∏（PI） 取 3.14

零阶贝塞尔函数前三个根：2.405，5.520，8.654；

一阶贝塞尔函数前三个根：0，3.823， 7.016；

二阶贝塞尔函数前三个根：5.136，8.417，11.620；

$$\tau_g = \frac{1}{V_g} = \frac{d\beta}{d\omega} = \frac{d\beta}{cdk_0}$$

$$\chi^2 = \omega^2\varepsilon\mu - \beta^2 = n^2k_0^2 - \beta^2$$

$$U = a\chi_1 = \sqrt{n_1^2k_0^2 - \beta^2}\cdot a$$

$$\beta = nk_0\cos\theta_z \qquad \lambda_m = \left(n_{eff}^{co} - n_{eff}^{cl,m}\right)\Lambda$$

$$W = -ia\chi_2 = \sqrt{\beta^2 - n_2^2k_0^2}\cdot a$$

$$NA = n_i\sin\theta_{im} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = n_i\sqrt{2\Delta}$$

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \approx \frac{n_1 - n_2}{n_1} \qquad M = \frac{g}{2(g+2)}V^2 \qquad \sqrt{A} = \sqrt{2\Delta}/a_t$$

$$V = k_0a\sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2\pi a}{\lambda_0}n_1\sqrt{2\Delta} \qquad \bar{n}^2(dr/dz)^2 = n^2(r) - \bar{l}^2/r^2 - \bar{n}^2 = g(r)$$

$$\sin\theta_p = \sqrt{2\Delta}(p/P)^{g/(g+2)} \qquad P_{out}(r) = P_{out}(0)[1-(r/a)^g]$$

$$B = \Delta n_{eff} = \Delta\beta/k_0 \qquad \Delta\tau_m = \frac{L\Delta n_1^2}{cn_2} \qquad k = \omega\sqrt{\varepsilon\mu} = \omega/V_p = 2\pi/\lambda = nk_0$$

$$\begin{bmatrix} r \\ t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & t' \\ 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \cos(\sqrt{A}L) & \sin(\sqrt{A}L)/(n_0\sqrt{A}) \\ -n_0\sqrt{A}\sin(\sqrt{A}L) & \cos(\sqrt{A}L) \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 & -t \\ 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} r_0 \\ t_0 \end{bmatrix}$$

$$a_b = NA_f / \left[n_0\sqrt{A}\sin\left(\sqrt{A}L\right)\right] + a_f\cos\left(\sqrt{A}L\right) \qquad \theta_b = \sin^{-1}\left[-a_f\sin\left(\sqrt{A}L\right)n_0\sqrt{A}\right]$$

$$\Delta\beta = \beta_1 - \beta_2 - \frac{2\pi}{\Lambda} = 2\beta - \frac{2\pi}{\Lambda} \qquad \eta_s = \sin^2(KL)$$

$$\delta = (1/2)(\beta_2 - \beta_1) = (1/2)k_0[n_2(\lambda) - n_1(\lambda)]$$

$$T_{ij} = P_j / P_i \qquad \alpha = -10\log\left[\left(\sum_{j=1}^{N}P_j\right)/P_i\right] \qquad \alpha = -10\log(P_j/P_i) = -10\log(T_{ij})$$

$$\alpha = -10\log_{10}\left(\frac{P_{out}}{P_{in}}\right) \quad (\mathrm{dB}) \qquad I = -10\log_{10}\left(\frac{P'_{out}}{P'_{in}}\right) \quad (\mathrm{dB})$$

$$I_b = -10\log_{10}\left(\frac{P'_{back}}{P'_{in}}\right) \quad (\mathrm{dB}) \qquad \Delta\tau_n = -\frac{\lambda_0}{c}\cdot\frac{d^2n}{d\lambda^2}\cdot\delta\lambda$$