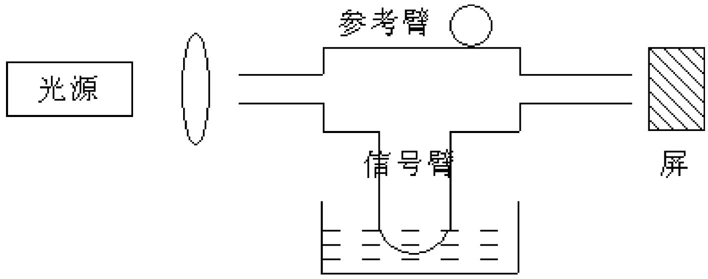
第八章作业

姓名：陈 稼 霖
学号：SA21038052
成绩：__________

第 1 题 得分: _________. 图示一种相位型光纤温度传感器原理图，从两光纤末端输出的两光波在空间叠加形成明暗相间的杨氏条纹. 当信号臂的温度发生变化时，输出两端光波的相位差发生改变（$\Delta\varphi$）表示，于是屏上条纹发生移动，观测条纹移动数便可求得温度的变化量，并有公式如下：$\varphi/(\Delta T\cdot L)=2\pi/\lambda(\Delta n/\Delta T+n\Delta L/(L\Delta T))$. 如果光源 $\lambda=6328$ Å，光纤的折射率 $n=1.456$，$\mathrm{d}n/\mathrm{d}T=10\times10^{-6}/°\mathrm{C}$，$\alpha=\Delta L/(L\cdot\Delta T)=5\times10^{-7}/°\mathrm{C}$，光纤长度 $L=1$ 米，求对应一个条纹间隔变化时的温度的变化.



解: 一个条纹间隔变化对应 $\Delta\varphi=\pi$ 的相移, 即

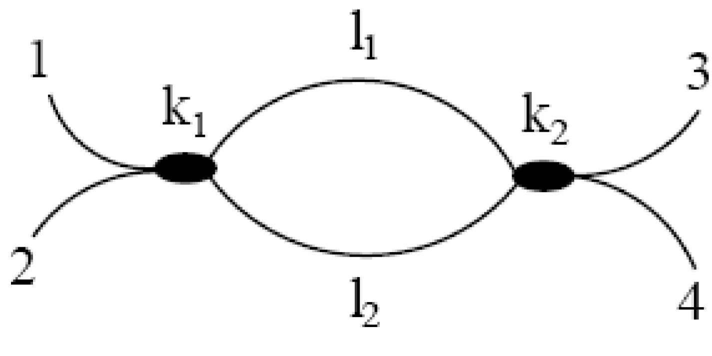
$$\frac{\Delta\varphi}{L\cdot\Delta T}=\frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{\Delta n}{\Delta T}+\frac{n}{L}\frac{\Delta L}{\Delta T}\right),\tag{1}$$

$$\Longrightarrow\frac{\pi}{1\ \mathrm{m}\cdot\Delta T}=\frac{2\pi}{6.328\times10^{-7}\ \mathrm{m}}\left(10\times10^{-6}/°\mathrm{C}+1.456\times5\times10^{-7}/°\mathrm{C}\right),\tag{2}$$

$$\Longrightarrow\Delta T=0.029°\mathrm{C}.\tag{3}$$

故一个条纹间隔变化时温度变化 0.029°C. □

第 2 题 得分: _________. 全光纤马赫-泽德（M-Z）滤波器通常是由两个 3 dB 耦合器连接而成，如下图所示，定向耦合器的传输矩阵为 $\begin{bmatrix}\sqrt{1-C} & -j\sqrt{C}\\ -j\sqrt{C} & \sqrt{1-C}\end{bmatrix}$，光纤段的传输矩阵为 $\begin{bmatrix}\exp(-jk_0nl_1) & 0\\ 0 & \exp(-jk_0nl_2)\end{bmatrix}$，其中 C 为耦合效率（3 dB 相当于 $C=0.5$），l_1 和 l_2 为中间光纤臂长，设光场从 1 端输入，求从 3、4 端出射的光场振幅透射系数 T_{13} 和 T_{14} 及相邻透射峰之间的波长差.



解: 当光场从 1 端以幅度 E_1 输入, 从 3、4 端出射的幅度 E_3,E_4 分别为

$$\begin{aligned}\begin{bmatrix}E_3\\E_4\end{bmatrix}=&\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1 & -j\\ -j & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\exp(-jk_0nl_1) & 0\\ 0 & \exp(-jk_0nl_2)\end{bmatrix}\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1 & -j\\ -j & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}E_1\\0\end{bmatrix}\\ =&\frac{E_1}{2}\begin{bmatrix}\exp(-jk_0nl_1)-\exp(-jk_0nl_2)\\ -j[\exp(-jk_0nl_1)+\exp(-jk_0nl_2)]\end{bmatrix}\\ =&-jE_1\exp\left(-jkn_0\frac{l_1+l_2}{2}\right)\begin{bmatrix}\sin\left(k_0n\frac{\Delta L}{2}\right)\\ \cos\left(k_0n\frac{\Delta L}{2}\right)\end{bmatrix},\end{aligned}\tag{4}$$

其中 $\Delta L=l_1-l_2$. 从 3、4 端出射的光场透射系数分别为

$$T_{13}=\left|\frac{E_3}{E_1}\right|^2=\sin^2\left(k_0n\frac{\Delta L}{2}\right)=\frac{1-\cos(2\pi n\Delta L/\lambda)}{2}, \tag{5}$$

$$T_{41}=\left|\frac{E_4}{E_1}\right|^2=\cos^2\left(k_0n\frac{\Delta L}{2}\right)=\frac{1+\cos(2\pi n\Delta L/\lambda)}{2}. \tag{6}$$

设相邻透射峰对应的波长分别为 λ_1, λ_2, 则

$$\frac{2\pi n\Delta L}{\lambda_1}=2n\pi, \tag{7}$$

$$\frac{2\pi n\Delta L}{\lambda_2}=(2n+1)\pi, \tag{8}$$

以上两式相减得

$$2\pi n\Delta L\left(\frac{1}{\lambda_2}-\frac{1}{\lambda_1}\right)=\pi, \tag{9}$$

$$\Longrightarrow \lambda_1-\lambda_2=\frac{\lambda_1\lambda_2}{2n\Delta L}. \tag{10}$$

□