

高双折射微结构光纤特性的研究*

贺丽娜¹ 张冶金¹ 杨四刚¹ 陈向飞¹ 谢世钟¹ 杨海江²

(1 清华大学电子工程系, 北京 100084)

(2 北京地铁运营公司通信信号公司, 北京 100088)

摘 要 采用基于单轴各向异性完美匹配层吸收边界的频域有限差分方法研究一种椭圆芯高双折射微结构光纤的特性. 通过计算, 分析了空气孔尺寸和孔距对模式双折射、泄漏损耗以及模式截止波长的影响; 综合研究了双折射微结构光纤的几种特性及其相互之间的影响和制约关系; 并首次采用有效面积的方法研究高双折射微结构光纤的模式截止特性, 分析单模传输条件; 从而为高双折射微结构光纤的设计提供了一定的理论依据.

关键词 微结构光纤(MOFs); 双折射; 泄漏损耗; 有效面积

中图分类号 TN253 **文献标识码** A

0 引言

微结构光子晶体光纤的研究已成为光子学研究中的重要方向之一. 与传统光纤相比, 微结构光纤设计灵活, 有许多更吸引人的特性, 如无穷止单模、灵活的色散定制、高双折射定制以及超连续谱的产生等^[1~4]. 根据其导光机制, 微结构光纤可以分为两种: 一种纤芯是高折射率材料, 即全内反射导引^[5]; 一种纤芯是低折射率材料或空气, 即光子带隙导引^[6].

对于传统双折射光纤的设计, 双折射可以利用几何双折射和应力双折射两种方法引入. 而对于微结构光纤, 可以采用改变空气孔的形状、大小、孔间距及孔分布的方法, 得到较高的双折射. 与传统保偏光纤相比, 高双折射微结构光纤(Highly Birefringent Microstructured Optical Fiber, 简称 HB-MOF)有很多优点, 包括: 可以实现较高的双折射(10^{-3} 量级); 单模工作范围大; 设计自由度大, 可以通过设计实现双折射可调节^[7]; 温度稳定性好等. HB-MOFs 可用于通讯系统中, 减小偏振模式色散(polarization mode dispersion, 简称 PMD)的影响; 还可以用于光纤传感, 新型光器件等的研究^[8].

本文主要采用单轴各向异性完美匹配层吸收边界的频域有限差分(Uniaxial Anisotropic Perfectly Matched Layer-Finite Difference Frequency Domain, 简称 UPML-FDFD)方法研究折射率导引型 HB-MOFs 的特性, 包括其双折射、泄漏损耗以及模式截止特性. 这些特性的综合考虑对于高性能高

双折射光纤的设计非常重要, 而在以往的许多文章中只考虑某一单一特性, 如双折射, 不能保证满足其它要求. 对于模式截止特性的研究采用有效面积的方法, 在微结构光纤的分析中, 有效面积 A_{eff} 是一个很重要的参量, 它与光纤的模式特性、限制损耗、数值孔径、连接损耗等性质都密切相关^[9]. 文献中已有关于有效面积方法计算对称微结构光纤单模特性的介绍, 本文主要通过高阶模有效面积的计算来分析双折射微结构光纤的模式截止特性.

1 数值方法

本文的计算主要采用 UPML-FDFD 方法, 下面对该计算方法进行简单的介绍.

在线性各向同性介质中, 频域内的 Maxwell 旋度方程可以表示为

$$\begin{cases} \nabla \times \mathbf{E} = -j\omega\mu\mathbf{H} \\ \nabla \times \mathbf{H} = j\omega\epsilon\mathbf{E} \end{cases} \quad (1)$$

式中 μ, ϵ 分别为介质的磁导系数和介电常量, ω 为电磁波频率.

将空间按照 Yee 元胞离散化, Yee 元胞如图 1(a), 则方程(1)可转化为差分方程^[10].

为了提高计算精度, 计算采用 UPML 吸收边界, 如图 1(b), 此时方程(1)化为^[11]

$$\begin{cases} \nabla \times \mathbf{E} = -j\omega\mu_s\mathbf{H} \\ \nabla \times \mathbf{H} = j\omega\epsilon_s\mathbf{E} \end{cases} \quad (2)$$

s 定义为

$$s = \begin{bmatrix} s_y/s_x & & \\ & s_x/s_y & \\ & & s_x s_y \end{bmatrix}, \quad s_x = 1 - \frac{\sigma_x}{j\omega\epsilon_0}, \quad s_y = 1 - \frac{\sigma_y}{j\omega\epsilon_0} \quad (3)$$

式中 σ 表示电导率, ϵ_0 是真空中介电常量.

* 国家 973 计划(2003CB314907)、清华大学电子工程系学科发展基金资助
Tel: 010-62773197 Email: heln@mails.tsinghua.edu.cn
收稿日期: 2005-07-07

将方程(2)中的微分用 Yee 元胞有限差分代替, 可以表示为特征值矩阵的形式;至此电磁场的求解

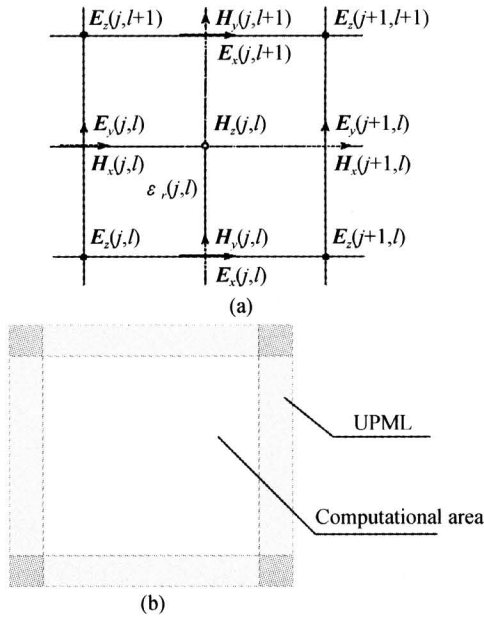


图1 (a)Yee元胞;(b)UPML吸收边界
Fig.1 (a)Yee's mesh,(b)The UPML layer and the computational area

转化为关于纵向传播常量 β 的矩阵特征值问题, 可以采用相应的方法进行求解.

2 数值结果及讨论

在微结构光纤中, 双折射是由两个正交偏振模式的有效折射率差别而引起的. 这里考虑基模的双折射, 可以表示为两个正交偏振模的有效折射率差 $B = |n_{\text{eff}}^x - n_{\text{eff}}^y|$, 其中 n_{eff}^x 和 n_{eff}^y 分别表示 x 和 y 偏振模式的有效折射率.

本文所讨论的微结构光纤结构如图 2, 在 SiO_2 衬底上沿轴向周期性排列一些空气孔, 其结构参量定义为: 空气孔间距 $\Lambda = 2 \mu\text{m}$, 小孔相对孔径 $d/\Lambda = 0.4$, 大孔相对孔径 $D/\Lambda = 0.8$. 光纤芯区由三个相邻的实心棒排列而成, 这种 x, y 方向的非对称结构可以获得较高的双折射; 同时在 y 方向上引入 4 个大尺寸空气孔, 进一步提高了模式双折射. 下面分

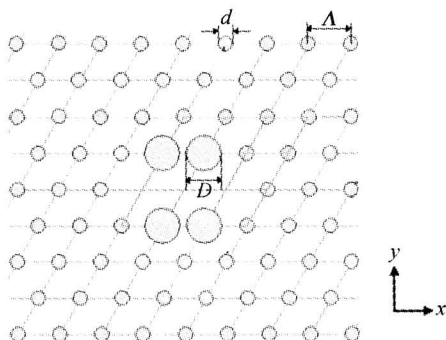


图2 高双折射微结构光纤截面图
Fig.2 Schematic of high birefringence MOF

别研究图 2 微结构光纤的模式双折射、泄漏损耗以及模式截止特性.

2.1 双折射特性

微结构光纤中双折射的引入, 关键是改变纤芯附近两个正交方向模式的有效折射率差别. 图 3 分别给出了 $1.55 \mu\text{m}$ 波长处基模两个正交偏振模式的电场矢量分布图, 其中 x 和 y 偏振模式的有效折射率分别为 $n_{\text{eff}}^x = 1.414894517$ 和 $n_{\text{eff}}^y = 1.413039239$, 模式双折射 $B = 1.855 \times 10^{-3}$, 比普通保偏光纤高至少一个量级.

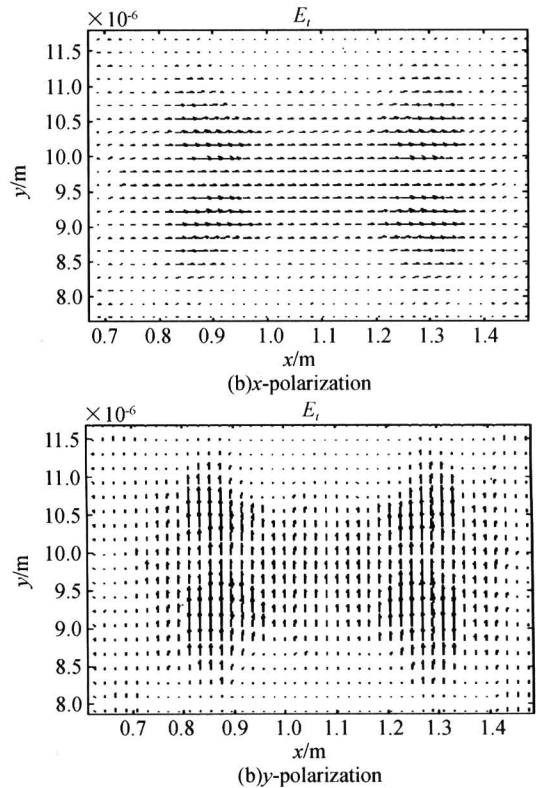


图3 基模电场矢量图
Fig.3 Electric field of fundamental mode

在光纤中引入大尺寸空气孔的目的是为了在结构上增加 x 和 y 方向的非对称性, 从而提高双折射. 如取 $\Lambda = 2 \mu\text{m}$, $\lambda = 1.55 \mu\text{m}$, 在 $d/\Lambda = 0.4$, $D/\Lambda = 0.4$ (只有一种尺寸空气孔) 时, 模双折射大小为 5.02×10^{-4} ; 在 $d/\Lambda = 0.4$, $D/\Lambda = 0.8$ 时, 模双折射大小为 1.855×10^{-3} , 提高了 2 倍多; 所以在图 2 结构中引入大尺寸空气孔, 可以提高光纤的模式双折射.

图 2 的椭圆芯 MOF, 其双折射特性与结构参量密切相关. 图 4 分别给出了在固定的孔间距下, 改变小孔孔径和大孔孔径时, 基模双折射随波长的变化情况. 可以看到, 无论结构参量如何, 双折射随波长的变化规律相同, 即模式双折射在某一波长处存在极大值, 而在该波长两侧, 双折射均减小. 这主要是因为短波长端, 模场很有效地限制在芯区, 芯区结构的非对称性对光场的影响很小; 而在长波长端,

光场渗透到包层,芯区非对称性的影响也比较弱,所以双折射比较小^[12].

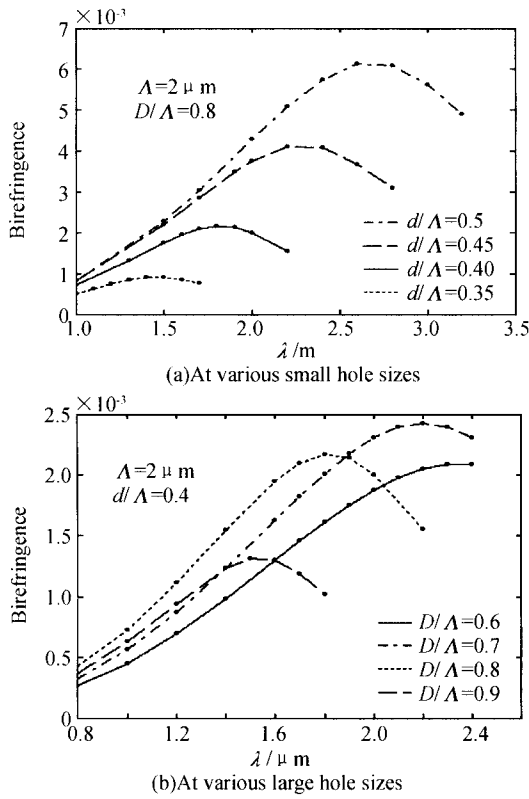


图4 空气孔径改变时双折射随波长的变化
Fig. 4 Birefringence as a function of wavelength at different hole sizes

由图4(a)可知,模式双折射随小孔孔径的增大而增强,这主要是由于小孔孔径增大时,对场的限制作用增强^[13].所以要获得较高的双折射,可以采用增大小孔孔径的方法,但是增大小孔孔径会出现多模工作.

图4(b)给出了双折射随大孔孔径的变化曲线,双折射随大孔孔径的变化趋势不一致:大孔 D/Λ 从 0.6~0.8 变大时,光纤结构非对称性增强,使得两个偏振方向有效折射率差别增大,双折射增强;而当大孔孔径很大($D/\Lambda \geq 0.9$)时,由于大孔对 x 和 y 方向偏振模式的综合影响,使双折射反而变小.所以在实际设计中,大孔的尺寸应该通过计算选择合适的大小,使得双折射最大.

图5给出了空气孔相对孔径一定,改变孔距时双折射随波长的变化情况.可以看到,增大孔距,双折射极大值变化很小,整个曲线向长波长方向移动,如图5(a);不同孔距时,双折射随归一化波长 λ/Λ 的变化曲线十分接近,如图5(b),即相对孔径一定时,双折射大小由 λ/Λ 决定,导致在同一波长处,孔间距越小双折射越大.所以要在某一波长处增大双折射,可以通过减小空气孔间距的办法来实现,但是也同样存在模式截止的问题.

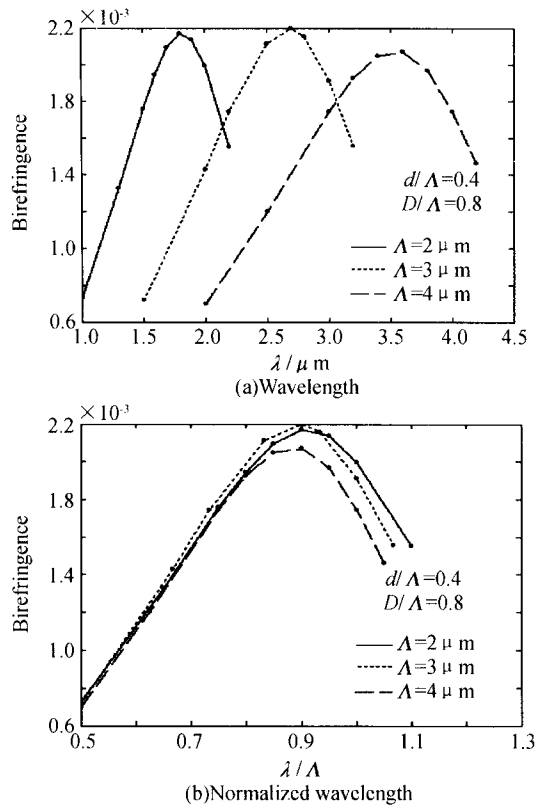


图5 不同孔距时的双折射随波长 λ 和归一化波长 λ/Λ 的变化

Fig. 5 Birefringence at different hole pitches

值得注意的是,图2结构的光纤与仅通过空气孔大小不一致引入双折射的单芯微结构光纤不同,对于后者,其双折射大小是由两种空气孔尺寸的相对大小决定的,两孔径相差越大,其模式双折射值就越高^[14].

2.2 损耗特性

本文主要讨论微结构光纤的泄漏损耗,MOFs的泄漏损耗与波长、空气孔的大小及数目密切相关.一般来说,对于只有单一尺寸空气孔的MOFs,当孔径比较小、数目比较少时,限制损耗很大;随着空气孔径增大和空气孔数目增多,泄漏损耗急剧减小^[15].对于图2的存在两种尺寸空气孔的HB-MOF,泄漏损耗的变化随两种孔径的变化情况不同.

图6是不同空气孔数目的情况下,1.55 μm 波长处泄漏损耗随小孔和大孔尺寸的变化情况.图6(a)和(b)中的三组曲线分别是在包层空气孔数目为74,112和160的结构下计算的 x 和 y 偏振模式的泄漏损耗.显然 y 方向偏振模式的损耗比 x 方向的大,这是由于 y 偏振模式的有效折射率比较小,光场在该方向的限制比较弱造成的;且随着空气孔数目增加,对模场的限制作用增强,泄漏损耗减小.

从图6(a)可以看到,泄漏损耗随着小孔孔径的增大而急剧减小.如空气孔数目为112的曲线,当 d/Λ 从 0.4~0.6 变化时,基模的泄漏损耗从 10^4 量

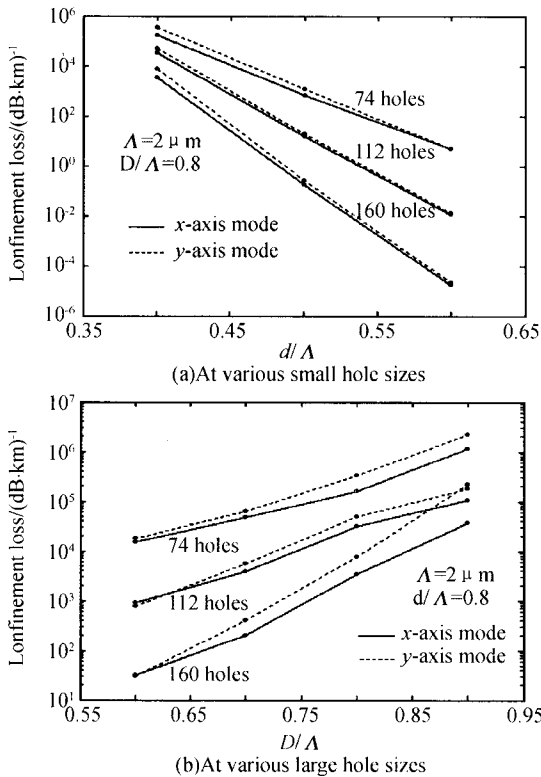


图 6 不同空气孔数目和孔径时的泄漏损耗
Fig. 6 Confinement loss at different numbers of air holes and hole sizes

级减小到 10^{-2} 量级, 降低了约 6 个数量级, 可见小孔孔径对模式泄漏损耗的影响非常大. 而在图 6(b) 中, 大孔孔径增大时, 泄漏损耗反而增大, 主要是随着大孔孔径增大, 模场向 x 方向扩散, 导致场在 x 方向的损耗增大, 而在 y 方向影响很小, 所以总的泄漏损耗呈增大的趋势.

需要指出, 增加微结构光纤包层空气孔的数目可以降低泄漏损耗, 同时对于模式双折射的影响非常小, 因为双折射主要是由 MOFs 芯区附近的结构非对称性决定的. 图 7 是包层空气孔数目不同时, 基模双折射随波长的变化曲线, 可以看出双折射的变化并不大, 所以增加包层空气孔数目是一种有效

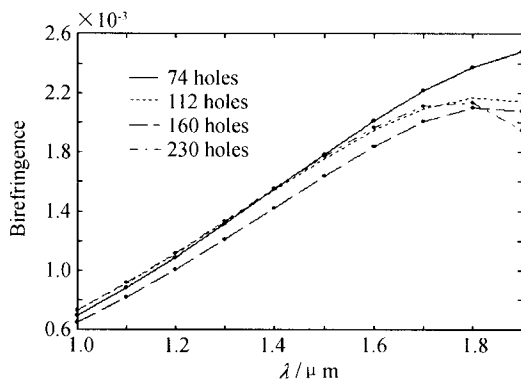


图 7 包层空气孔数目取不同值时的双折射
Fig. 7 Birefringence at different numbers of air holes with $\Lambda = 2 \mu\text{m}$, $d/\Lambda = 0.4$ and $D/\Lambda = 0.8$

的减小泄漏损耗的方法.

综上, 要减小 MOFs 在某一波长处的限制损耗, 可以采用增加包层空气孔数目、增大小孔孔径并减小大孔孔径的方法, 但是减小大孔孔径会使模式双折射减小, 设计中应平衡考虑.

2.3 模式截止特性

在很多应用中要求 HB-MOF 支持单模工作, 本小节主要研究其单模工作的条件. 对于对称结构的微结构光纤, 当空气孔不太大 ($d < d^*$) 时, 可以无尽单模工作; 而当 $d > d^*$ 时, 在波长小于截止波长时支持多模传输; 一般取 $d^* \sim 0.45\Lambda^{[1]}$. 但是对于本文所研究的椭圆芯 MOF, 这个结论不成立. 这里通过对有效面积的分析来研究模式的截止特性, 可以通过比较不同模式的有效面积来区分单模和多模工作: 观察某一模式的有效面积随波长的变化, 得到其近似截止波长, 当波长小于截止波长时该模式可以存在并传输; 当波长大于截止波长时, 由于模式损耗比较大被衰减而不能传输.

第 n 个本征模的有效面积由式 (4) 给出^[9]

$$A_{\text{eff},n}(\lambda) = \left[\int d\mathbf{r}_\perp I_n(\mathbf{r}_\perp) \right]^2 / \left[d\mathbf{r}_\perp I_n^2(\mathbf{r}_\perp) \right] \quad (4)$$

式中 λ 是自由空间波长, $I_n(\mathbf{r}_\perp) = |\mathbf{h}_n(\mathbf{r}_\perp)|^2$ 表示能量分布, \mathbf{h}_n 是第 n 个本征模式的横向部分, \mathbf{r}_\perp 是径向位置矢量.

首先采用有限差分方法求解模场分布, 然后由式 (4) 计算模式的有效面积. 图 8 给出了结构参量一定时, 各模式有效面积随波长的变化情况. 可以看到在短波长端, 各模场均有效地限制在芯区, 有效面积比较小; 随着波长的增大, 模场向包层渗透, 有效面积增加, 伴随着模场逐渐转化为包层模. 在曲线中出现有效面积的突增, 图中虚线与 x 轴的交点可近似看作该模式的截止波长. 当所有的高阶模均转化成包层模时, 只有基模传输, 即实现单模传输. 从图中可知, 在给定结构参量 $\Lambda = 2 \mu\text{m}$, $d/\Lambda = 0.38$, $D/\Lambda = 0.8$ 的条件下, 单模工作的波长范围大约是

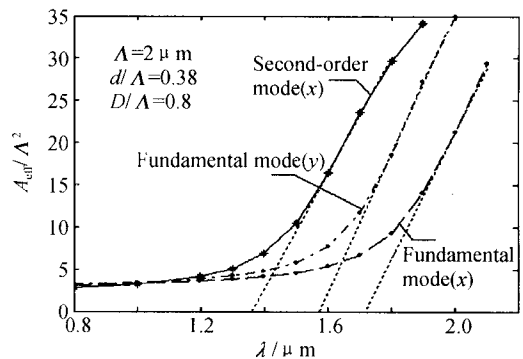


图 8 有效面积随波长的变化
Fig. 8 The effective area of the first three modes as a function of wavelength

1.36~1.58 μm , 在 1.55 μm 波长处模式双折射约为 1.48×10^{-3} ; 而在 1.58~1.72 μm 范围内基模只有 x 方向偏振模式存在, 即可以单偏振传输.

图 9(a)、(b) 分别给出在固定的孔距下不同小孔和大孔孔径时, 二阶模 x 偏振模式 ($n=3$) 的有效面积随波长的变化情况, 从曲线的变化可以得到截止波长的变化规律. 如图 9(a), 二阶模截止波长随小孔孔径的增加而单调增大. 因为随着小孔孔径的增加, 对场的限制作用增强, 有效面积减小; 所以芯区模转化成包层模时对应的波长 (即截止波长) 也相应的增大. 图 9(b) 中, 模式截止波长随大孔孔径的增大而减小, 与小孔的变化情况正好相反. 在短波长端 (0.6~1.0 μm), 从局部放大图 (插图) 中可以看到, 大孔孔径越大, 有效面积越小, 因为孔径越大对模场的限制作用越强. 随着波长增加, 有效面积迅速增大, 且孔径越大, 有效面积增大的速度越快, 导致波长大于 1.6 μm 时, 孔径越大, 有效面积反而越大; 因为大孔孔径越大, 模场沿 x 方向扩散就越多, 随着波长增加就更容易泄漏, 使有效面积迅速增大, 所以大孔孔径增大的结果是导致截止波长减小.

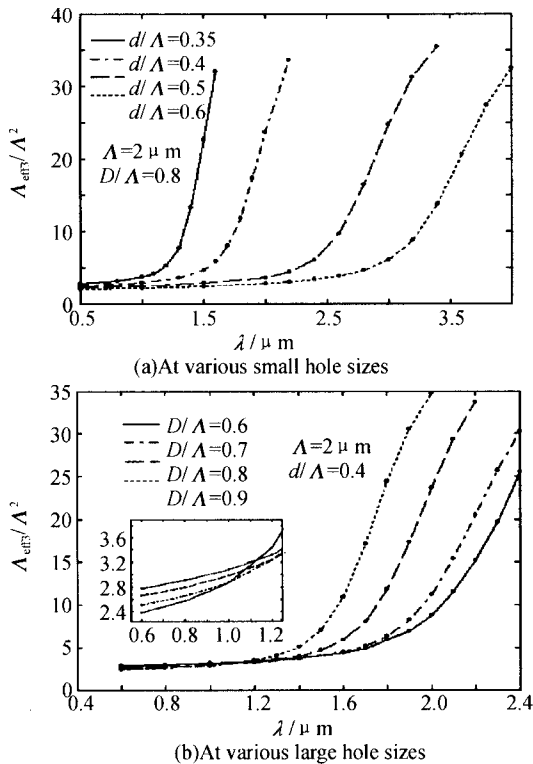


图 9 空气孔径不同时, 二阶模 (x 偏振) 有效面积随波长的变化

Fig. 9 Effective area of the second-order mode as a function of wavelength at different hole sizes

图 10 给出相对孔径一定时, 改变孔距, 二阶模 ($n=3$) 有效面积随波长的变化情况. 从图 10(a) 可以看到, 高阶模的截止波长随孔距增加而增大; 由图 10(b) 知, 不同孔距时有效面积随 λ/Λ 的变化曲线

基本重合, 即截止特性随 λ/Λ 的变化规律一定; 所以增加孔距时, 模式截止波长也相应的增大.

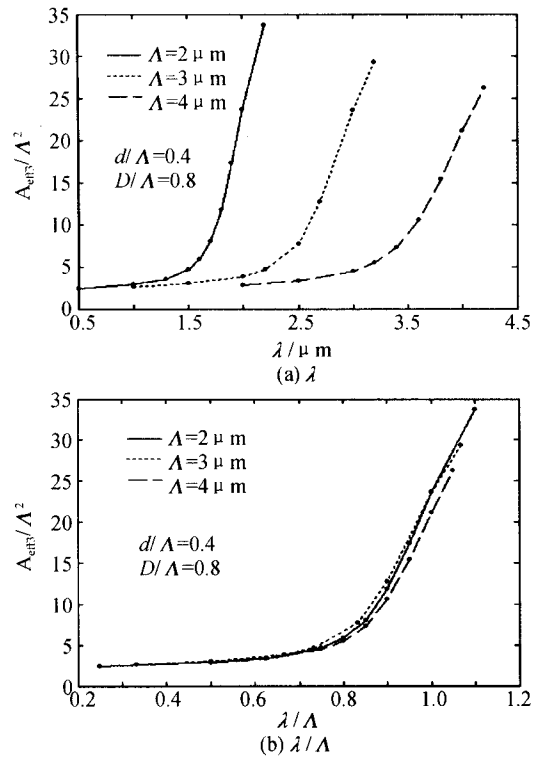


图 10 不同孔距时二阶模 (x 偏振) 有效面积随波长和归一化波长的变化情况

Fig. 10 Effective area of the second-order mode a different hole pitches

综上, 可以通过改变空气孔的大小和孔间距来调整单模工作的波长范围. 对于本文所研究的微结构光纤, 在参量取 $\Lambda=2 \mu\text{m}$, $d/\Lambda=0.38$, $D/\Lambda=0.8$ 时, 在 1.55 μm 波长处支持单模运行.

需要说明的是, 模式的截止特性与泄漏损耗有关, 它们通过有效面积相互影响. 一般如果某一模式的有效面积增加, 则其截止波长会相应的减小, 同时泄漏损耗增加. 这一点可以由图 11 证明, 图 11 给出了包层空气孔数目取不同值时二阶模的有效面积随波长的变化, 当空气孔数目减小时, 泄漏损耗增

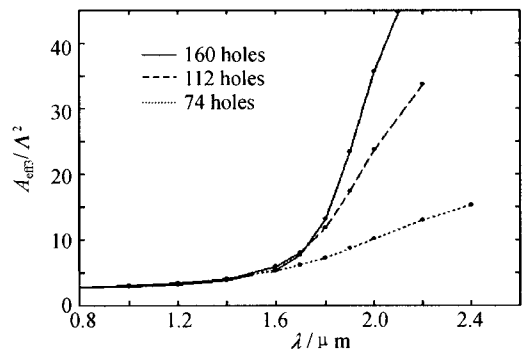


图 11 孔数不同时二阶模有效面积随波长的变化

Fig. 11 Effective area of second-order mode at different numbers of air holes with $\Lambda=2 \mu\text{m}$, $d/\Lambda=0.4$ and $D/\Lambda=0.8$

加,而从图 11 中可知截止波长是减小的,所以实际中应协调二者的大小. 本节的数值结果是在包层空气孔数目一定的情况下得到的,当空气孔数目改变时,各模式的截止波长会相应的发生变化.

2.4 综合分析

以上分别从模式双折射、泄漏损耗以及模式截止特性三个方面分析了微结构光纤结构参量的影响,下面研究其相互之间的制约关系.

一般来说,对于高双折射微结构光纤的设计希望其有较高的模式双折射,较低的泄漏损耗,截止波长小于工作波长(单模). 表 1 给出了满足这些要求时空气孔孔径、孔间距以及包层空气孔数目的变化趋势,从表中可以看到各因素的相互制约关系,其中降低泄漏损耗和减小截止波长二者对应的结构参量变化趋势正好相反,根据 2.3 节最后的说明,这点是容易理解的,这就给光纤的设计带来一些不便,实际中需要考虑主要因素. 例如 HB-MOF 做短距离应用(如光子器件等)时,可以降低对泄漏损耗的要求,使满足在工作波长单模运行,可以在保证一定双折射的条件下减小孔距和小孔尺寸、增加大孔尺寸.

表 1 HB-MOF 满足一定条件时结构参量的变化

参量	要求		
	提高模式双折射	降低泄漏损耗	减小截止波长
小孔 d	增加	增加	减小
大孔 D	增加(适中)	减小	增加
孔距 Λ	减小	增加	减小
孔数	——	增加	减小

3 总结

在微结构光纤中引入双折射的方法有很多,关键是破坏 MOF 的对称性,改变纤芯附近两个正交方向模式的有效折射率差别. 本文采用 UPML-FDFD 方法研究了一种椭圆芯高双折射微结构光纤的特性,通过计算分析了空气孔大小以及孔距对于模式双折射、泄漏损耗以及截止波长的影响及其相互之间的制约关系,分析得到的结论可以用来指导双折射微结构光纤的设计,使满足应用的要求.

参考文献

- Birks T A, Knight J C, Russell P St J. Endlessly single-mode photonic crystal fiber. *Opt Lett*, 1997, **22**(13): 961~963
- Ortigosa-Blanch A, Knight J C, Wadsworth W J, et al. Highly birefringent photonic crystal fibers. *Opt Lett*, 2000, **25**(18): 1325~1327
- 阮双琛,杜晨林,杨冰,等. 15W 光子晶体光纤激光器的研究. *光子学报*, 2004, **33**(10): 1156~1158
Ruan S C, Du C L, Yang B, et al. *Acta Photonica Sinica*, 2004, **33**(10): 1156~1158
- 于永芹,阮双琛,杜晨林,等. 飞秒脉冲泵浦光子晶体光纤产生 1.3 μm 区域的光谱展宽. *光子学报*, 2005, **34**(4): 481~484
Yu Y Q, Ruan S C, Du C L, et al. *Acta Photonica Sinica*, 2005, **34**(4): 481~484
- Broeng J, Mogilevtsev D, Barkou S E, et al. Photonic crystal fibers: A new class of optical waveguides. *Opt Fiber Technol*, 1999, **5**(3): 305~330
- Knight J C, Broeng J, Birks T A, et al. Photonic band gap guidance in optical fibers. *Science*, 1998, **282**(5393): 1476~1478
- Kerbage C, Steinvurzel P, Reyes P, et al. Highly tunable birefringent microstructured optical fiber. *Opt Lett*, 2002, **27**(10): 842~844
- 旷良彬,石志东. 微结构光纤及其双折射特性的研究. *激光与光电子学进展*, 2004, **41**(9): 23~27
Kuang L B, Shi Z D. *Laser & Optoelectronics Progress*, 2004, **41**(9): 23~27
- Mortensen N A. Effective area of photonic crystal fibers. *Opt Express*, 2002, **10**(7): 341~348
- Zhaoming Zhu, Brown T G. Full-Vectorial finite-difference analysis of microstructured optical fibers. *Opt Express*, 2002, **10**(17): 853~864
- Guo S, Wu F, Albin S, et al. Loss and dispersion analysis of microstructured fibers by finite-difference method. *Opt Express*, 2004, **12**(15): 3341~3352
- 娄淑琴,王智,任国斌,等. 椭圆芯光子晶体光纤的偏振特性. *光电子·激光*, 2004, **15**(9): 1021~1025
Lou S Q, Wang Z, Ren G B, et al. *Journal of Optoelectronics · Laser*, 2004, **15**(9): 1021~1025
- 贾俊明,陈明阳,向阳,等. 光子晶体光纤的纤芯等效半径分析. *光子学报*, 2005, **34**(1): 102~105
Jia J M, Chen M Y, Xiang Y, et al. *Acta Photonica Sinica*, 2005, **34**(1): 102~105
- Ju J, Jin W, Demokan M S. Properties of a highly birefringent photonic crystal fiber. *IEEE Photon Technol Lett*, 2003, **15**(10): 1375~1377
- White T P, McPhedran R C, Botten L C, et al. Confinement losses in microstructured optical fibers. *Opt Lett*, 2001, **26**(21): 1660~1662

Study of Properties of Highly Birefringent Microstructured Optical Fibers

He Lina¹, Zhang Yejin¹, Yang Sigang¹, Chen Xiangfei¹, Xie Shizhong¹, Yang Haijiang²

¹ Department of Electronics Engineering of Tsinghua University, Beijing 100084

² Beijing Mass Transmission Railway Operation Corp. Comm. Signal Corp, Beijing 100088

Received date: 2005-07-07

Abstract The properties of Highly Birefringent Microstructured Optical Fiber (HB-MOF) were studied by using a Finite-difference Frequency-domain method with Uniaxial Anisotropic Perfectly Matched Layer boundary condition (UPML-FDFD). Based on the numerical results, the influence of air-hole size and pitch length upon the birefringence, confinement loss and single-mode properties was analyzed. The properties of HB-MOF and the influence between them were considered synthetically. The mode-cutoff properties were studied using the effective area for the first time, and the wavelength range for single-mode operation can be obtained from this. The investigation is important to the design of HB-MOF with good performance.

Keywords Microstructured optical fibers (MOFs); Birefringence; Confinement loss; Effective area



He Lina was born in 1985 and received her Bachelor's Degree in Electronic Engineering Department from Tsinghua University in 2005. Now she is pursuing the Master's Degree in Tsinghua University and her major research field is the highly tunable birefringent microstructured optical fibers.

《中国学术期刊文摘》中文版和英文版 2007 年征订启事

《中国学术期刊文摘》分中文版(简称 CSAC)和英文版(简称 CSAE)两种,各自收录了我国高水平学术期刊中基础科学、医学、农业科学和工程技术领域约 40 个学科的论文文摘,全景展现我国的科研成果与进展。

作为综合性科技类检索刊物,《中国学术期刊文摘》致力于将我国科学技术各领域的原创性学术成果全面、快速地向科技工作者交流、传播,其中 CSAE 是我国第一份综合性英文版科技类学术检索刊物。

《中国学术期刊文摘》由中国科学技术协会主管,科技导报社主办并负责编辑、出版、发行,对科研单位、高等院校、图书馆以及广大科技工作者检索和了解我国的科技研究成果、学术研究动向具有重要的参考价值。

《中国学术期刊文摘(中文版)》刊号为 CN 11-3501/N,ISSN 1005-8923,2007 年为半月刊,大 16 开,国内定价 38.00 元/册,全年定价 912 元,邮发代号:82-707。

《中国学术期刊文摘(英文版)》刊号为 CN 11-5411/N,ISSN 1673-4084,2007 年改为月刊,大 16 开,国内定价 15.00 元/册,全年定价 180 元,邮发代号:80-487。

欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆订阅。

通讯地址:北京市海淀区学院南路 86 号科技导报社(邮编 100081)

联系电话:010-62103122

联系人:姚玉琴

征订信箱:yaoyuqin@cast.org.cn 单位主页: <http://www.csac.org.cn>

户 名:科技导报社

账 号:0200001409089017271

开户银行:工商银行百万庄支行