

SiO₂ 微盘腔的湿法腐蚀工艺研究

杨文, 龙浩*, 郭长磊, 江水森, 张保平, 蔡志平, 应磊莹

(厦门大学信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005)

摘要: SiO₂ 回音壁模式 (whispering gallery mode, WGM) 的光学谐振腔具有品质因子 Q 值高、模式体积小、制作简单等优点, 在腔量子电动力学、生物传感器、滤波器、非线性光学等领域具有非常好的应用前景。采用热氧化生长 SiO₂、光刻图形化、磁控溅射生长 Cr 掩膜、HF 缓冲液湿法腐蚀 SiO₂、KOH 溶液湿法腐蚀 Si 并去除 Cr 掩膜等工艺, 得到了周期化、尺寸不同的 SiO₂ 微盘腔, 其直径分别为 20, 40 和 60 μm。利用原子力显微镜表征微盘腔表面的粗糙度, 均方根表面粗糙度仅为 0.469 nm。在未经任何表面处理或者激光处理的情况下, 利用连续波长可调激光器, 通过光纤锥与微盘腔耦合, 透射谱测量得到微盘腔的自由光谱范围 (free spectrum range, FSR) 为 $\lambda_{\text{FSR}} = 9.6 \text{ nm}$, Q 值约为 1×10^4 。

关键词: 回音壁; KOH 溶液; 微盘腔; 自由光谱范围; Q 值

中图分类号: TN 305.2

文献标志码: A

文章编号: 0438-0479(2017)03-0410-06

微谐振腔在光通信、光互联、腔量子电动力学等领域有非常好的应用前景。与法布里-珀罗微腔、分布反馈微腔和光子晶体缺陷微腔相比, 回音壁模式 (whispering gallery mode, WGM) 微腔通过全反射将光限制在圆环边界附近, 具有很大的品质因子 Q 值和小模式体积等特点^[1]。WGM 谐振腔主要包括微盘、微球、微环等微谐振腔。尽管微盘腔的 Q 值 ($10^4 \sim 10^6$) 不算特别高, 但是微盘腔的制备工艺简单并且尺寸可控, 成为了研究的热点之一^[2-4]。微盘腔包括 WGM 微盘腔结构及底部支柱两部分, 具有结构简单、折射率差大、易于阵列周期化等优势。目前, 用于制作 WGM 微盘腔的材料主要有高分子聚合物, 半导体材料 (如 Si、SiO₂、GaN 等) 以晶体材料 (如 CaF₂)^[5-10]。相比其他材料的谐振腔, SiO₂ 微盘腔具有制备工艺简单、本征材料损耗低、与光纤技术兼容、宽光谱 (从可见光到远红外) 等优点。以 SiO₂ 为基础的微盘腔在将来可能应用于超高 Q 值激光器、高品质滤波器、高灵敏度感应器等领域。

目前 SiO₂ 微盘腔主要采用 CF₄、SF₆、Ar、XeF₆ 等气体的干法刻蚀形成底部 Si 支撑柱的方法制备。但干法刻蚀会带来比较大的材料损伤, 影响表面粗糙度及光反射特性, 且得到的 SiO₂ 微盘腔与底部 Si 支柱接触面积较大, 会影响微盘腔的光场分布, 这些因素

都会降低微盘腔的 Q 值^[11-13]。HF 和 HNO₃ 的混合溶液可对 Si 进行各向同性腐蚀形成支撑柱, 但是腐蚀速率非常快, 不易控制, 并会产生有毒气体 NO₂; 除此之外, 腐蚀液中的 HF 还会破坏 SiO₂ 微盘腔结构, 导致微盘腔表面粗糙不光滑。由于 HF 缓冲液腐蚀出的微盘腔边界呈楔形, 会在微盘腔边界孤立谐振模式, 能减少散射损耗, 提高 Q 值, 2003 年加利福尼亚理工学院的 Kippenberg 等^[14]采用 HF 缓冲液湿法腐蚀 SiO₂ 结合干法刻蚀 Si 等工艺制备出高 Q 值的 SiO₂ 微盘腔, 测得 Q 值达 10^5 。

本研究采用 HF 缓冲液腐蚀 SiO₂ 形成微盘腔结构, 并结合 KOH 各向异性湿法刻蚀支撑柱制备 SiO₂ 微盘腔阵列的方法, 制备出设计直径为 20, 40 和 60 μm 的 3 种尺寸的微盘腔。通过实验测得, 直径 56.6 μm 微盘腔的自由光谱范围 (free spectrum range, FSR) 为 9.5 nm, Q 值约为 1×10^4 。该方法得到的 SiO₂ 微盘腔具有支撑柱接触面积小、上表面光滑、侧壁呈楔形、Q 值高等优点。

1 微盘腔的制备

本研究采用热氧化生长 SiO₂、光刻图形化、磁控

收稿日期: 2016-11-16 录用日期: 2017-02-21

基金项目: 中航工业产学研项目 (CX Y2011XD24); 中国博士后科学基金 (2015M582041)

* 通信作者: longhao@xmu.edu.cn

引文格式: 杨文, 龙浩, 郭长磊, 等. SiO₂ 微盘腔的湿法腐蚀工艺研究 [J]. 厦门大学学报 (自然科学版), 2017, 56(3): 410-415.

Citation: YANG W, LONG H, GUO C L, et al. Research on silica microdisk by wet-etching [J]. J Xiamen Univ Nat Sci, 2017, 56(3): 410-415. (in Chinese)



溅射生长 Cr 掩膜、HF 缓冲液湿法腐蚀 SiO₂, 结合 KOH 溶液湿法腐蚀 Si 支撑柱并去除 Cr 掩膜等工艺制备 SiO₂ 微盘腔. 制备工艺步骤如图 1 所示.

1) 将直径 5.08 cm 的 Si(100) 衬底清洗好放入 1 100 °C 高温氧化炉中, 采用干法+湿法+干法的生长方式氧化 Si 基片 7 h, 台阶仪测得 SiO₂ 层厚度为 1.5 μm. 相比于低温化学气相沉积生长的 SiO₂, 热氧化方式所产生的 SiO₂ 羟化物更少, 能有效地降低羟化物在 1 550 nm 波段的光吸收, 有利于 Q 值提高^[15-16].

2) 将基片清洗烘干后进行光刻. 首先将 AZ5214E 光刻胶以 3 000 r/min 的速度涂覆在 SiO₂ 层上, 匀胶 40 s (胶厚约为 1.45 μm); 然后在 96 °C 热板上前烘 2 min; 用光刻机 (H94-17G, 南光真空科技有限公司) 曝光 11.5 s; 最后显影 75 s.

3) 首先在 SiO₂ 表面用磁控溅射仪 (JGP450a, 中国科学院沈阳仪器研究中心) 生长 360 nm 厚的 Cr 薄膜作为掩膜. 为保证 Cr 薄膜的掩膜效果, 在射频功率 120 W、压强 1 Pa 的氩气环境下交流生长 Cr 薄膜, 以提高薄膜的致密性, 生长时间 50 min. 然后用 50 °C 热丙酮剥离光刻胶和溅射在光刻胶表面的 Cr, 形成 Cr 金属掩膜. Cr 掩膜不但可以在 HF 缓冲液腐蚀 SiO₂ 时很好地起到掩膜的作用, 而且在 KOH 溶液腐蚀 Si 时也可保护 SiO₂ 微盘腔.

4) 采用 HF 缓冲溶液 (体积比 1:6 的 ω 为 49% HF 溶液和 ω 为 40% NH₄F 溶液, ω 为质量分数) 对无 Cr 金属保护的 SiO₂ 进行腐蚀, 腐蚀时间约 15 min.

5) 在 60 °C 恒温水浴并超声 (53 kHz, 120 W) 的

条件下用 KOH 溶液 (ω 为 40%) 对 Si 衬底进行各向异性腐蚀.

6) 将微盘腔表面的 Cr 剥离, 制备出 SiO₂ 微盘腔结构.

2 微盘腔的测试

为了测试 SiO₂ 微盘腔的光学特性, 需先通过光纤锥的一端将光耦合进微盘腔, 再用光谱仪测量从光纤锥另一端输出的透射光谱, 最后对光谱进行分析, 计算微盘腔谐振腔的 Q 值、FSR 等特性参数. 本研究所用光纤锥通过熔拉法制备, 直径约为 1~2 μm; 光源为扫描波长范围为 1 535~1 565 nm 的宽带波长可调激光光源. 通过调节固定有光纤锥的三维平移台使得光纤锥与微盘腔发生耦合, 并用位于微盘腔正上方和侧面的 CCD 显微镜观察光纤与微盘腔的位置, 当微盘腔中光强发生明显变化时说明光纤锥中的光耦合进入微盘腔, 此时测量光纤锥另一端输出的透射光谱, 所用的光谱分析仪为 advantset8384, 最高精度为 0.01 nm. 图 2(a) 给出了微盘腔光学特性测试示意图, 图 2(b) 为微盘腔与光纤锥耦合示意图.

3 实验结果与讨论

3.1 微盘腔的形貌特性

样品在 KOH 溶液中腐蚀后, 微盘腔与 Si 支撑柱的接触面呈八边形. 图 3(a)、(b) 所示分别为直径 60 μm 的微盘腔腐蚀 20 和 30 min 时, 其上表面扫描电

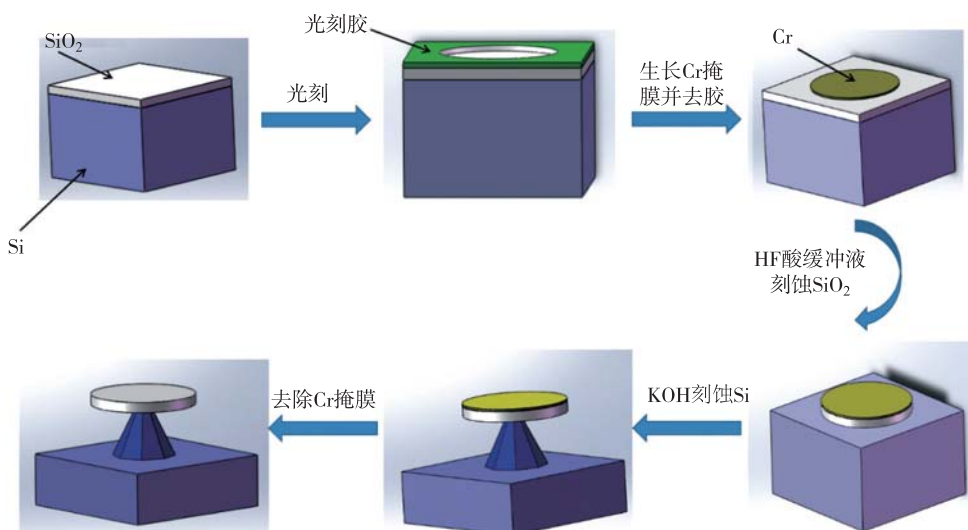


图 1 微盘腔的制备工艺流程
Fig. 1 Fabrication scheme of microdisk

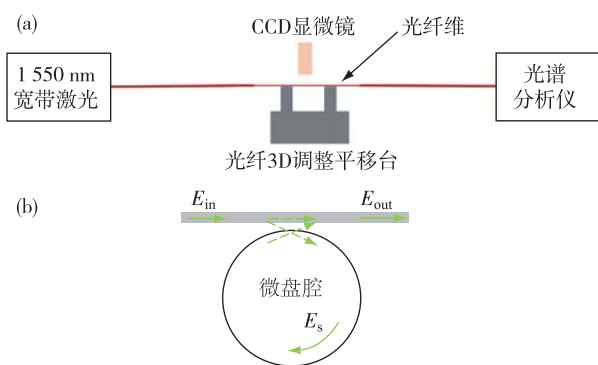
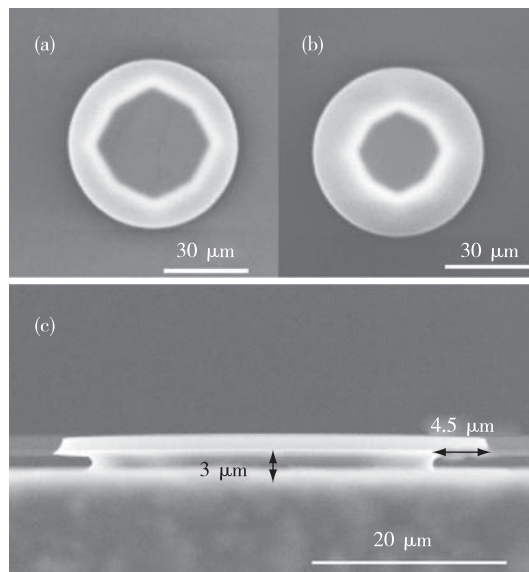


图 2 微盘腔光学特性测试示意图(a)及微盘腔与光纤耦合示意图(b)
Fig. 2 Measurement schematic of microdisk's optical character (a) and coupling between microdisk and tapered optical (b)

子显微镜(SEM)图.从图中可以看出, SiO₂ 图形呈现设计的圆形结构,随着腐蚀时间的增加,底部 Si 支撑柱与微盘腔的接触面积逐渐变小.通过 SEM 图测得,图 3(a)中 KOH 溶液钻蚀 Si 支撑柱的宽度约为 10.4 μm,平均钻蚀速率约为 0.52 μm/min;图 3(b)中钻蚀宽度约为 15.8 μm,平均钻蚀速率约为 0.53 μm/min;图 3(c)中钻蚀宽度约为 4.5 μm,平均速率约为 0.45 μm/min.考虑到实验在 60 °C 恒温水域的条件下进行, KOH 溶液的浓度可能会随时间的增加而增大导致腐蚀速率增大,以及初始时刻掩膜保护的存在使腐蚀速率受影响.本研究最终采用图 3(a)、(b)的腐蚀速率设计腐蚀时间.

支撑柱与微盘腔的接触面积越小, Si 基底对微盘腔中的光场分布影响越小,能够获得更高的 Q 值^[11-13].而支撑柱与微盘腔的接触面积由 KOH 溶液腐蚀 Si 的时间决定,若腐蚀时间不够,则接触面积过大;若腐蚀时间过长,则 Si 支撑柱则会断开.为了得到尽可能小的底部,即微盘腔接触面积,需要控制 KOH

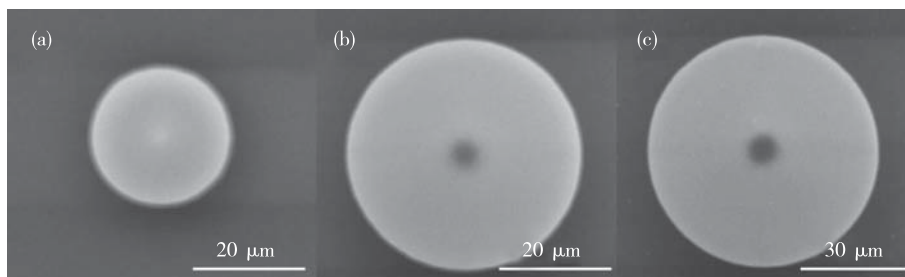


(a) 60 μm 微盘腔腐蚀 20 min 上表面; (b) 60 μm 微盘腔腐蚀 30 min 上表面; (c) 40 μm 微盘腔腐蚀 10 min 断面.

图 3 不同尺寸微盘腔腐蚀后的 SEM 图
Fig. 3 SEM picture of different size microdisk after etch

溶液腐蚀 Si 的时间.根据图 3(a)、(b)给出的计算的腐蚀速率,对直径 20, 40, 60 μm 的微盘腐蚀各腐蚀 15, 30, 45 min, 最终钻蚀宽度分别约为 8, 16, 24 μm, 支撑柱的接触面的直径约为 1.6, 5.7, 8.6 μm (微盘的实际直径约为 17.6, 37.7, 56.6 μm), 获得了接触面积较小的微盘腔.直径 20, 40, 60 μm 微盘腐蚀支撑柱后的 SEM 图如图 4(a)~(c)所示.

图 5(a)为设计直径 60 μm 微盘腔的断面 SEM 图,图 5(b)为相应侧壁放大 1 万倍的 SEM 图.由于 HF 的侧向腐蚀, 60 μm 的微盘腔经 HF 腐蚀后变为 56.6 μm; 腐蚀面与 Si(100)晶面的夹角为 76.2°, 与理论值 76.6°非常接近, 表明所得到的腐蚀面为(331)面.这是由于在 KOH 腐蚀剂中(331)面的腐蚀速率最快, 掩模的凸角处会出现高速率的腐蚀面, KOH 腐蚀



(a) 20 μm 微盘腔腐蚀 15 min; (b) 40 μm 微盘腔腐蚀 30 min; (c) 60 μm 微盘腔腐蚀 45 min.

图 4 不同尺寸微盘腔腐蚀后的上表面 SEM 图
Fig. 4 SEM images of different size silica microdisk's upper surface after etch

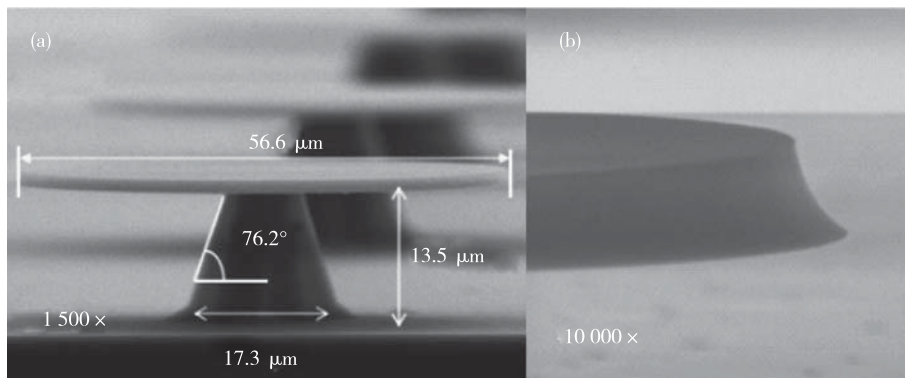


图 5 56.6 μm 微盘腔侧面 SEM(a)微盘腔边界 SEM 图(b)

Fig. 5 SEM images of cross-sectional 56.6 μm microdisk(a) and wedged-shaped edge of microdisk (b)

剂对掩模凸角下的 Si 进行钻蚀,快腐蚀面在凸角处先产生,进而对(111)面产生侧向腐蚀作用,最终形成{331}晶面族的八面体棱锥结构^[17-18].从图 5(b) 微盘腔边界的 SEM 图可以看出其边界呈楔形,楔形结构可以在边界隔离光场,减少散射损耗,有利于 Q 值的提高^[14].

3.2 微盘腔的光学特性

在回音壁模式下,模式间隔 FSR 及 Q 值是较为重要的两个参数.FSR 的理论计算可以采用公式

$$\lambda_{FSR} = \frac{\lambda^2}{2\pi nr}, \quad (1)$$

其中,λ 是谐振波的波长,n 是微盘腔的材料折射率,r 是微盘腔的半径.SiO₂ 在 1 550 nm 波段的折射率为 1.45,故设计直径 60 μm 的微盘腔(实际直径为 56.6 μm)在 1 550 nm 波长的理论 λ_{FSR} 值为 9.3 nm.图 6 给出了直径 56.6 μm 微盘腔的透射光谱图.根据麦克斯韦方程组,可解出微盘腔的横电(transverse electric, TE)模和横磁(transverse magnetic, TM)模的解析解^[4]:

$$\lambda_{TE} \approx \frac{2\pi rn}{m + 1.856m^{\frac{1}{3}} + \left(\frac{1}{2} - \frac{n}{\sqrt{n^2 - 1}}\right)}, \quad (2)$$

$$\lambda_{TM} \approx \frac{2\pi rn}{m + 1.856m^{\frac{1}{3}} + \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{n\sqrt{n^2 - 1}}\right)}, \quad (3)$$

其中 m 为角量子数.由式(2)和(3)可知图 6 中波长分别为 1 549.1 和 1 539.5 nm 的谐振峰为基模 TE_{168,1} 和 TE_{169,1}, 因此得到 FSR 的实验值为 9.6 nm, 与理论值非常接近.图 6 中两个基模之间的其他谐振峰对应的模式为高阶模.理论上,基模的透射率最低,但在实际测量中若耦合稍有偏差,则可能导致高阶模对应的倏逝场与光纤中的倏逝场交叠更多,进而导致高阶模

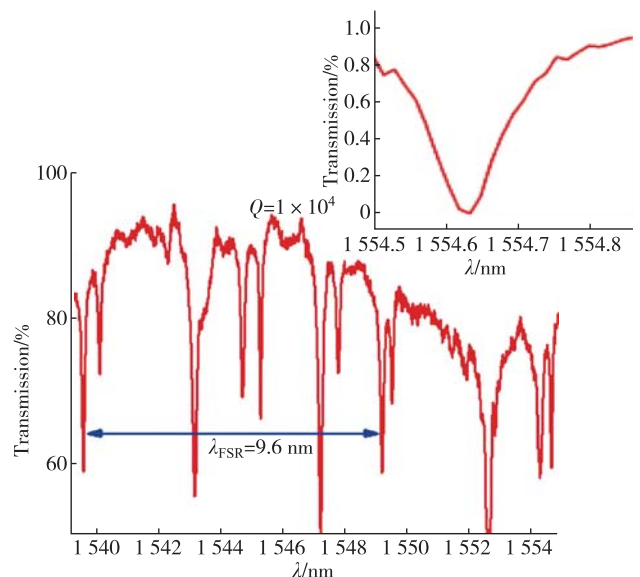


图 6 56.6 μm 微盘腔的透射光谱图

Fig. 6 Transmission spectrum of 56.6 μm microdisk

的透射率更低.

谐振腔的 Q 值表示微盘腔中单位时间内储存光能与单位时间内耗损光能的比值.Q 值越高,谐振腔储能的能力越强,光子在谐振腔中的寿命也越长.图 6 中的插图为 1 554.65 nm 谐振波长的谐振谱,半高宽约为 0.154 nm,根据 Q 值估算公式 $Q = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$, 可以计算出 Q 约为 1×10⁴.本研究的结果与目前其他小组所制备的微盘腔的 Q 值在同一水平^[11-12].微盘腔/光纤的总损耗 Q⁻¹ 包括微盘腔的本征损耗 Q_{int}⁻¹ 和耦合损耗 Q_{coup}⁻¹, 即 $Q^{-1} = Q_{int}^{-1} + Q_{coup}^{-1}$ ^[19-20].与 Q_{int} 对应的是微盘腔中光子寿命 τ₀, $\tau_0 = \frac{2Q_{int}}{\omega}$ ^[21], 其中 ω 为谐振模式的角频率.Q_{coup} 则对应耦合过程光纤中的光子寿命

$\tau_{\text{coup}}, \tau_{\text{coup}} = \frac{2Q_{\text{coup}}}{\omega_{\text{coup}}}$. 在实验过程中光纤锥与微盘腔的距

离较远,发生欠耦合,耦合损耗非常小^[4].当 $Q_{\text{coup}}^{-1} \ll Q_{\text{int}}^{-1}$ 时,测量得到的透射谱所反映的系统 Q 值可以约等于微盘腔的 Q_{int} ,实验中测量到的微盘腔/光纤系统的 Q 值可以近似当做微盘腔的 Q_{int} .基于这种考虑,本研究估算了微盘腔的总的损耗.微盘腔的 Q_{int} 主要包括:吸收损耗 Q_i^{-1} 、辐射损耗 Q_r^{-1} 和散射损耗 Q_s^{-1} ,即 $Q_{\text{int}}^{-1} = Q_i^{-1} + Q_r^{-1} + Q_s^{-1}$.其中, $Q_i^{-1} = \frac{\alpha\lambda}{2\pi n}$, α 为吸收系数, SiO_2 的吸收系数在 1 550 nm 波段为 0.2 dB/km,故 $Q_i^{-1} = 5 \times 10^{-11}$ ^[22]; Q_r^{-1} 由光在微盘腔边界发生全反射时,少量的光子发生透穿效应造成,当谐振腔足够大的时候可以忽略,对于直径 60 μm 的微盘腔, Q_r^{-1} ^[23] $< 10^{-11}$. Q_i^{-1} 和 Q_r^{-1} 都非常小,因此 Q_{int}^{-1} 主要由 Q_s^{-1} 决定. Q_s^{-1} 可由 $Q_s^{-1} = \pi^2 \sigma^2 B / (\lambda^2 r)$ 计算获得,其中, σ 为微盘腔粗糙度, B 为 SiO_2 表面不均匀性的相关长度,为 3 nm^[23],根据测量的 Q 值,估算得到总的粗糙度约为 395 nm.

完成微盘腔的制备和测量后,使用原子力显微镜表征 SiO_2 微盘腔上表面的粗糙度,如图 7 所示.微盘腔的均方根表面粗糙度仅为 0.469 nm.因而微盘腔的粗糙度主要来自于微盘腔的下表面和微盘腔侧壁.对于微盘腔侧壁和下表面的粗糙度,目前为止没有太好的表征方法.微盘腔侧壁的粗糙度主要由 HF 缓冲液和 KOH 溶液对 SiO_2 的腐蚀造成,微盘腔下表面的粗糙度主要由 KOH 溶液腐蚀 SiO_2 造成.

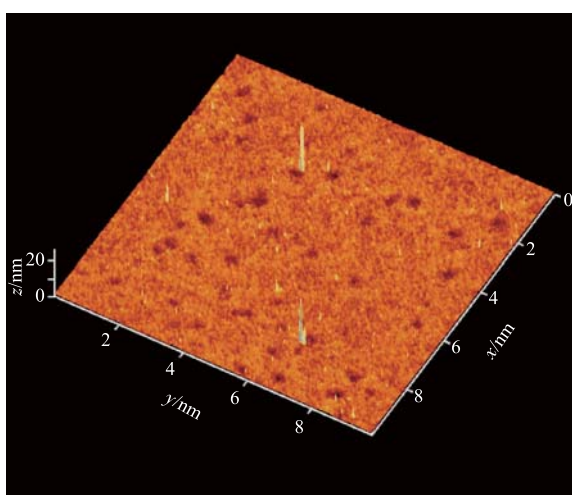


图 7 SiO_2 微盘腔的原子力显微镜照片

Fig. 7 Atomic force microscope image of silica microdisk

本研究所测量的 Q 值不是特别高,可能主要原因为:KOH 溶液腐蚀 Si 的实验条件还没有达到最理想,

如实验中使用的 ω 为 40% 的 KOH 溶液对 SiO_2 的腐蚀速率过快,可以通过优化该实验条件进一步提高 Q 值.

4 结 论

本研究采用光刻图形化、磁控溅射生长 Cr 掩膜、HF 缓冲液刻蚀未被掩膜保护的 SiO_2 、KOH 腐蚀 Si 并去除 Cr 掩膜等工艺,制备出 SiO_2 微盘腔结构.SEM 测试结果表明本研究的方法可以制备出形貌良好的 SiO_2 微盘腔.原子力显微镜表征 SiO_2 微盘腔上表面均方根表面粗糙度仅为 0.469 nm,上表面非常的光滑.1 550 nm 波长的宽带激光通过光纤锥与微盘腔耦合,另一端用频谱仪接收输出光谱,测量出微盘腔的 Q 值约为 1×10^4 , $\lambda_{\text{FSR}} = 9.6 \text{ nm}$.

参考文献:

- [1] GAYRAL B, GÉRARD J M, LEMAITRE A, et al. High-Q wet-etched GaAs microdisks containing InAs quantum boxes[J]. Appl Phys Letts, 1999, 75(13): 1908-1911.
- [2] ZHANG Z Y, YANG L, LIU V, et al. Visible submicro microdisk lasers [J]. Appl Phys Letts, 2007, 90 (11): 288-290.
- [3] NING Y Q, WU S L, WANG L J, et al. Microcavity effect and InGaAs/InGaAsP MQW microdisk laser [C] // International Society for Optics and Photomics, Beijing: SPIE, 1998, 3547: 164-167.
- [4] YANG S C, WANG Y, SUN H D. Advances and prospects for whispering gallery mode microcavities [J]. Adv Opt Mats, 2015, 3(9): 1136-1162.
- [5] LITTLE B E, CHU S T, PAN W, et al. Vertically coupled glass microring resonator channel dropping filters [J]. IEEE Photon Technol Lett, 1999, 11(2): 215-217.
- [6] VOLLMER F, BRAUN D, LIBCHABER A. Protein detection by optical shift of a resonant microcavity [J]. Applied Physics Letters, 2002, 80(21): 4057-4059.
- [7] BUMKI M, TOBIAS J K, KERRY J V. Compact fiber-compatible cascaded Raman laser [J]. Optics Letters, 2003, 28(17): 1507-1509.
- [8] XIA J S, IKEGAMI Y, NEMOTO K, et al. Observation of whispering gallery modes in Si microdisks at room temperature [J]. Appl Phys Lett, 2007, 90(14): 141102.
- [9] Pan J S, CHENG P H, LEE T D, et al. 0.66 μm InGaP/InGaAlP single quantum well microdisk lasers [J]. Jpn J Appl Phys, 1998, 37(6A): L643-L645.
- [10] LIN J T, XU Y X, TANG J L, et al. Fabrication of three

- dimensional microdisk resonators fluoride by femtosecond laser micromachining [J]. *Appl Phys A*, 2014, 116(4):2019-2023.
- [11] SHI S Y, PRATHER D W, YANG L Q, et al. Influence of support structure on microdisk resonator performance [J]. *Opt Eng*, 2003, 42(2):383-387.
- [12] KHANALILOO B, MITCHELL M, HRYCIW A C, et al. High-Q/V monolithic diamond microdisks fabricated with quasi-isotropic etching [J]. *Nano Letters*, 2015, 15(8):5131-5136.
- [13] VAHALA K J. Optical microcavities [J]. *Nature*, 2003, 424(6950):839-845.
- [14] KIPPENBERG T J, SPILLANE S M, VAHALA K J, et al. Fabrication and coupling to planar high-Q silica disk microcavities [J]. *Appl Phys Lett*, 2003, 83(4):797-799.
- [15] LIN J T, XU Y X, TANG J L, et al. Fabrication of three-dimensional microdisk resonators in calcium fluoride by femtosecond laser micromachining [J]. *Appl Phys A*, 2014, 116(4):2019-2023.
- [16] MATSKO A B, ILCHENKO V S. Optical resonators with whispering gallery modes-part I: basics [J]. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 2013, 12(1):15-32.
- [17] TIAGO S M, PAMAKSTYS K, LUISM G, et al. Dynamic wet etching of silicon through Isopropanol alcohol evaporation [J]. *Micromachines*, 2015, 6(10):1534-1545.
- [18] SHIKIDA M, NANBARA K. A model explaining mask-corner undercut phenomena in anisotropic silicon etching: a saddlepoint in the etching-rate diagram [J]. *Sensors and Actuators A: Physical*, 2002, 97/98(3):758-763.
- [19] BORSELLI M, JOHNSON T J, PAINTER O. Beyond the Rayleigh scattering limit in high-Q silicon microdisks: theory and experiment [J]. *Optics Express*, 2005, 13(5):1515-1530.
- [20] 邹长铃,董春华,崔金明. 回音壁模式光学微腔:基础与应用 [J]. *中国科学:物理学力学天文学*, 2012, 42(11):1155-1175.
- [21] DUMEIGE Y, TREBAOL S, GHISA L, et al. Determination of coupling regime of high-Q resonators and optical gain of highly selective amplifiers [J]. *Journal of Optical Society of America B*, 2008, 25(12):2073-2080.
- [22] BRAGINSKY V B, GORODETSKEY M L, ILCHENKO V S. Quality factor and nonlinear properties of optical whispering gallery modes [J]. *Phys Letts A*, 1989, 137(7/8):393-397.
- [23] GORODETSKY M L, SAVCHENKOV A A, ILCHENKO V S. Ultimate Q of optical microsphere resonators [J]. *Opt Letts*, 1996, 21(7):453-455.

Research on Silica Microdisk by Wet-etching

YANG Wen, LONG Hao*, GUO Changlei, JIANG Shuisen,
ZHANG Baoping, CAI Zhiping, YING Leiyang

(School of Information Science and Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The whispering gallery mode (WGM) optical resonator enjoys advantages of high Q factor and small mode volume. The research on cavity quantum electrodynamics, biosensors, filters and nonlinear optics faces a very promising prospect. The microstructures of silica microdisk with different diameters (20, 40, 60 μm) were obtained by thermal oxidation, photolithography, magnetron sputtering, HF wet etching and KOH solution wet etching. The silicon backbone was octagonal pyramid, yielding smaller connection area with top silica microdisk and weaker inference on WGM in it. The surface of silica microdisk was also characterized by Atomic Force Microscopy. The surface of silica was smooth, and the Root-Mean-Square (RMS) roughness was 0.469 nm. The Q factor and FSR of 60 μm microdisk are 1×10^4 and 9.6 nm.

Key words: whispering gallery; KOH; microdisk; FSR; Q factor