

热光 Si 共振腔型可调谐滤波器*

黄昌俊 左玉华 成步文 毛容伟 李传波 余金中 王启明

(中国科学院半导体研究所 集成光电子学国家重点实验室, 北京 100083)

摘要: 报道了利用 Si 基键合技术和化学机械抛光工艺制作的垂直结构的 Fabry-Perot 可调谐滤波器, 调谐机理为 pn 结正向注入电流引起的热光效应. 调谐范围可达 23nm, 响应时间约为 300 μ s, 并给出了获得更快响应和更低能耗的热光和电注入可调谐滤波器器件结构改进方案.

关键词: Fabry-Perot 可调谐滤波器; 热光效应; Si 基光电子

PACC: 4208S

中图分类号: TN713

文献标识码: A

文章编号: 0253-4177(2003)12-1312-06

1 引言

光通信网络中实现密集波分复用(DWDM)的核心器件是波长的复用/解复用器. 可调谐滤波器的主要应用之一就是构成各种解复用器, 将复用在一起来的光区分开来; 而将这种可调谐滤波技术运用到激光器或探测器上, 即可实现 DWDM 中重要的可调谐光源和接收器. 新一代全光网络的关键器件光上下路器(OADM)也可以由滤波器构成. 这些应用使可调谐滤波器在全光网络和 DWDM 系统中成为不可缺少的重要元件.

可调谐滤波器(TF)的实现方式多种多样^[1]. 主要分为基于光纤结构的滤波器和用半导体工艺制备的滤波器两大类. 前者如光纤 Bragg 光栅和光纤端面 Fabry-Perot 腔结构, 技术成熟而且已产品化; 后者有平面光波回路、微机械、声(电)光和增益滤波器等多种形式, 它们利用半导体制造技术, 便于与其他有源和无源光子器件集成实现各种复杂功能. 其中一个重要的应用是将滤波器技术运用到探测器集成面阵或列阵器件中, 即可实现 DWDM 光网络的波长解复用和可调谐窄带光接收.

本文介绍我们利用 Si 基键合技术和化学机械抛光工艺制作的 Si 的 Fabry-Perot 可调谐滤波器, 调谐机理为 pn 结注入电流引起的热光效应. 调谐范围可达 23nm, 响应时间约为 300 μ s. 并提出了提高器件性能的改进方法.

2 Fabry-Perot 腔调谐机理

如图 1 所示, 考虑一个 Fabry-Perot (FP) 腔的简化结构. 其中腔体材料的折射率和吸收(增益)系

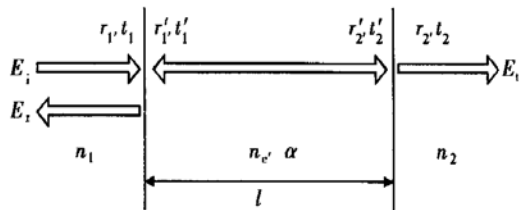


图 1 Fabry-Perot 腔的透射和反射

Fig. 1 Schematic of the transmission and reflection of a Fabry-Perot cavity

数分别为 n_c 和 α , 入射和出射媒质的折射率分别为 n_1 和 n_2 , 由腔外向腔内入射光场的透射和反射系数为 t_1, t_2 和 r_1, r_2 , 由腔内向腔外出射光场的透射和反

* 国家重点基础研究发展规划(973 项目)(No. G2000036603), 国家自然科学基金(批准号: 69876260), 国家高技术研究发展计划(No. 2002AA312010)资助项目

黄昌俊 男, 博士, 从事硅基光电子器件研究.

王启明 男, 中国科学院院士, 主要从事半导体光电子器件, 特别是硅基光电子器件研究.

2003-01-07 收到, 2003-04-14 定稿

射系数为 t_1', t_2' 和 r_1', r_2' , 腔长为 l . 对于垂直入射的光场所产生的透射(E_t)和反射(E_r)光场分别为

$$E_t = t_1 t_2 e^{-\alpha l} e^{i\theta/2} \left(\sum_{n=0}^{\infty} (r_1 r_2)^n e^{-2n\alpha l} e^{in\theta} \right) E_i$$

$$E_r = [r_1 + t_1 t_1' t_2 e^{-2\alpha l} e^{i\theta} \left(\sum_{n=0}^{\infty} (r_1 r_2)^n e^{-2n\alpha l} e^{in\theta} \right)] E_i$$
(1)

其中 腔的相移因子为

$$\theta = -\frac{4\pi n_c l}{\lambda}$$
(2)

假设出射和入射媒质的材料相同, 即 $n_1 = n_2 = n_0$, 则 $t_1 t_1' = t_2 t_2' = T$, $r_1 r_1' = r_2 r_2' = R$; 并且腔的两个反射镜是无损耗的, 则 $t_1 = t_1' = \sqrt{T}$, $r_1 = r_1' = \sqrt{R}$, $T + R = 1$. T 和 R 分别为镜子的反射率和透射率, 则 (1) 式简化为

$$\frac{E_t}{E_i} = \frac{T e^{-\alpha l} e^{i\theta/2}}{1 - R e^{-2\alpha l} e^{i\theta}}$$

$$\frac{E_r}{E_i} = \frac{\sqrt{R} (1 - e^{-2\alpha l} e^{i\theta})}{1 - R e^{-2\alpha l} e^{i\theta}}$$
(3)

对应整个 FP 腔的透射强度比和反射强度比分别为

$$\frac{I_t}{I_i} = \frac{T^2 e^{-2\alpha l}}{(1 - R e^{-2\alpha l})^2 + 4R e^{-2\alpha l} \sin^2(\theta/2)}$$

$$\frac{I_r}{I_i} = \frac{R(1 - e^{-2\alpha l})^2 + 4R e^{-2\alpha l} \sin^2(\theta/2)}{(1 - R e^{-2\alpha l})^2 + 4R e^{-2\alpha l} \sin^2(\theta/2)}$$
(4)

由 (4) 式可知, FP 腔的共振发生在相位因子 θ 等于 2π 的整数倍时, 共振频率(ν)为

$$\nu_m = \frac{mc}{2n_c l}$$
(5)

共振峰之间的频率间隔定义为自由谱宽(FSR):

$$\text{FSR} = \nu_{m+1} - \nu_m = \frac{c}{2n_c l}$$
(6)

而 FP 腔共振的带宽(BW)通常用共振峰的半高全宽(FWHM)来表示, 即当相位 $\theta = 2m\pi \pm \text{BW}/2$ 时, (4) 式的值为 $\frac{1}{2}$ ($\alpha = 0$), 假设 $4R/(1-R)^2$ 足够大, 则有

$$\text{BW} = \frac{2(1-R)}{\sqrt{R}}$$
(7)

另一个常用来表征 FP 腔的参数是腔的精细常数(F), 它为自由谱宽和带宽的比值

$$F = \frac{\text{FSR}}{\text{BW}} = \frac{2\pi}{\text{BW}} = \frac{\pi \sqrt{R}}{1-R}$$
(8)

通道间的隔离度(C)定义为透射光强度最大值($\theta = 0$)和最小值(π)之比

$$C = 10 \lg \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 10 \lg \left[1 + \left[\frac{2F}{\pi} \right]^2 \right]$$
(9)

要使 FP 腔滤波器具有好的波长选择性, 必须提高反射镜的反射率 R 以减小 FP 腔的带宽((7)式). 具有分布反馈作用的多层介质膜可以制作成高反射率的反射镜(DBR). 分析此类 FP 腔的较简便方法为传输矩阵方法^[2]. 在传输矩阵方法中, 每层介质薄膜由特征矩阵来描述

$$M_i = \begin{bmatrix} \cos(\sigma) & -i \sin(\sigma)/n \\ -i n \sin(\sigma) & \cos(\sigma) \end{bmatrix}$$
(10)

其中 $\delta = \frac{2\pi n d}{\lambda}$; n 为薄膜材料的复折射率; d 为薄膜厚度. 整个多层膜结构表述为特征矩阵的乘积

$$M = M_1(n_1, d_1) M_2(n_2, d_2) \cdots M_N(n_N, d_N)$$

$$= \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{bmatrix}$$
(11)

由此得到分层媒质的透射系数和反射系数,

$$r = \frac{(m_{11} + m_{12} n_l) n_l - (m_{21} + m_{22} n_l)}{(m_{11} + m_{12} n_l) n_l + (m_{21} + m_{22} n_l)}$$

$$t = \frac{2n_l}{(m_{11} + m_{12} n_l) n_l + (m_{21} + m_{22} n_l)}$$
(12)

其中 n_l 和 n_i 分别为入射媒质和出射媒质的折射率, 相应的反射率和透射率为

$$R = |r|^2, T = \frac{n_l}{n_i} |t|^2$$
(13)

(10)~(13) 式只适用于 TE 偏振的波, 对于 TM 波只需将上述公式中的 n_l 和 n_i 分别用 $1/n_l$ 和 $1/n_i$ 替换, 这时 r 和 t 为磁矢量的振幅之比.

FP 腔干涉结构是一类基本光学器件, 可以通过调节其结构参数实现不同的功能. 例如, 采用非对称反射镜(R_1/R_2)可以改变 FP 腔的透射和反射性能, 也可以实现色散延迟功能(Gires-Tournois 干涉器); 腔体采用非线性损耗媒质($\alpha > 0$)可以用作饱和滤波器; 腔体采用增益媒质($\alpha < 0$)可制成激光器和可调谐发光管等有源器件; 腔体采用非线性折射率媒质($n_c = n_{c0} + I n_{c1} + \cdots$)还可制成双稳器件等等.

FP 腔的调谐即是改变其共振频率 ν 的过程((5)式), 可以通过改变共振腔的腔长和腔体材料的折射率来实现. 调谐速度也由腔长或折射率的变化速率来决定. 就 Si 基共振腔可调谐滤波器而言, 可以用微机械的方法来调节 FP 腔的腔长, 速度可达微秒量级; 也可使用 Si 中的等离子体色散效应或热光效应来调节腔体的折射率. 一般认为 Si 中的等离子体色散效应具有较快的响应速度(ns)^[3], 但实现

起来较复杂,特别是利用载流子注入时热功耗使折射率向相反的方向变化,影响调谐效果.事实上,由于 Si 具有较大热光系数和热耗散速度,利用热光效应的 Si 可调谐滤波器的响应时间也能达到微秒量级,甚至可能实现 MHz 响应^[4].

3 器件结构和制备工艺

我们采用 Si 作为 FP 腔的腔体媒质,用高反射率的 SiO_2/Si 或 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 介质膜作为共振腔反射镜,用 Si 的 pn 结对有源区进行载流子注入或直接加热实现调谐,制作了 Si 可调滤波器的原型器件.器件结构如图 2 所示.

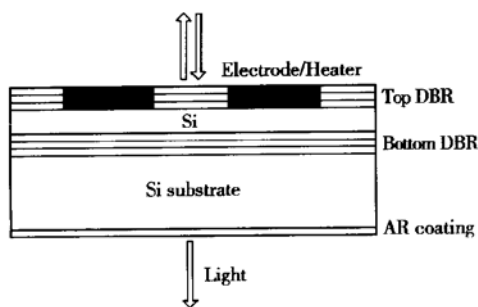


图 2 Si FP 共振腔可调谐滤波器的器件结构示意图

Fig. 2 Schematic of Si FP cavity filter

以工作在 $\lambda = 1.3\mu\text{m}$ 的载流子注入型 Si 可调滤波器为例,器件工艺制作流程为:

- (1) 在 n-Si 衬底上生长 SiO_2/Si DBR 反射镜,反射率大于 98% ($1.2 \sim 1.5\mu\text{m}$);
- (2) 在反射镜上键合 $380\mu\text{m}$ 厚的 n-Si 基片;
- (3) 用 Al_2O_3 颗粒将 DBR 一侧的 Si 减薄,然后利用 TSE 抛光液进行化学机械抛光 (CMP);
- (4) 硅片减薄抛光到一定厚度后,生长 SiO_2 掩蔽层;
- (5) 光刻两个电极窗口,用光刻胶将一个窗口掩蔽,注入 B^+ ,用同样方法在另一窗口注入 P^+ ,然后退火激活杂质;
- (6) 蒸金属 Al,光刻出电极,留出通光窗口,窗口尺寸为 $20\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$;
- (7) 用带胶剥离工艺制作 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 上反射镜;
- (8) 背面减薄至 $\sim 100\mu\text{m}$,抛光,并生长 SiN 减反膜;
- (9) 解理,压焊.

其中 Si 基片与 DBR 反射镜之间的键合采用实验室的 SOR 制备的专利技术^[5].此外,减薄和抛光工艺对设备要求较高,并且要获得大面积均匀的 Si 层,要求两 Si 片键合时平行度高. Si 层厚度取决于对 FP 腔自由谱宽的要求,大的 FSR 要求 Si 层厚度足够薄,这可以通过注 H^+ 智能剥离技术实现.实验中, Si 层的厚度被减薄到 $30\mu\text{m}$,则 FP 腔的 FSR 为 1.41THz,对应 $1.3\mu\text{m}$ 附近的通道间隔约为 8nm.

4 器件调谐特性测量和分析

器件的调谐特性的测量是将可调激光光源尾纤的输出光垂直入射到样品正面窗口上,从样品背面出射的光用直径为 1mm 的自聚焦棒收集,然后通过光纤耦合到功率计或探测器中.光源采用半导体可调激光器 (Tunics-PR3642),调谐范围为 1250~1330nm,最小扫描间隔为 0.001nm,最大输出功率为 2.5mW.测量 FP 腔透射谱时,输出光源扫描整个波段,其间保持入射光强不变,然后用光功率计读出对应波长的透射光强.

4.1 调谐特性

图 3(a) 为 Si FP 腔调制器样品 (# VM214) 的透射强度光谱.相应的自由谱宽度为 1.3THz (7.2nm),共振峰的带宽为 0.5nm,隔离度为 26dB,精细常数为 14.4.根据 (6) 式可得到 FP 腔的有效腔

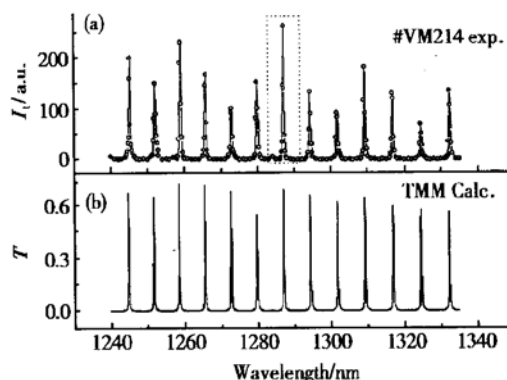


图 3 样品/# VM214 的透射强度谱 (a) 测量值; (b) 用传输矩阵方法计算该结构的透射谱

Fig. 3 Transmission spectra of # VM214 from measurement (a) and calculation (b) by transfer matrix method

长为 $32.9\mu\text{m}$,但考虑到 DBR 的分布反馈作用,有效腔长的厚度应略大于硅层实际厚度.作为比较,我

们用传输矩阵方法对该结构的透射谱进行了模拟, 如图 3(b) 所示. 计算中采用两对 SiO_2/Si 作为 FP 腔的反射镜, 中间 Si 层的厚度通过对 FSR 的拟合得到为 $32.36\mu\text{m}$. 与模拟结果相比, 实际器件中的上下两反射镜的反射率差异会导致梳状谱型不够整齐, 而反射镜界面特别是键合界面的不平整导致共振峰带宽增加, 大于理论值.

器件的调谐特性是通过在 pn 结的两端施加正向偏压实现的. pn 结的正向注入将会引入两个作用相反的折射率效应: (1) 等离子体色散: 载流子浓度的增加会导致 Si 的折射率减小, 吸收增加, 表现为 FP 腔共振峰的蓝移和强度减弱; (2) 热光效应: pn 结的正向注入引起的焦耳热效应使器件温度上升, 折射率增加, 表现为 FP 腔共振峰的红移. 图 4 为 pn 结在不同注入电流 (I) 下 FP 腔共振峰的透射谱的移动. 图 5 为相应的外加偏压 (V)、峰位移动 $\Delta\lambda_m$ 和峰的积分强度 P_m 对注入电流的依赖关系. 实验中我们发现峰位随 pn 结注入电流的增加逐渐红移, 对应于 FP 腔中 Si 的折射率增加, 它说明电流的注入主要引起器件温度上升. 峰的积分强度下降, 可能来源于载流子注入所产生的等离子体吸收效应.

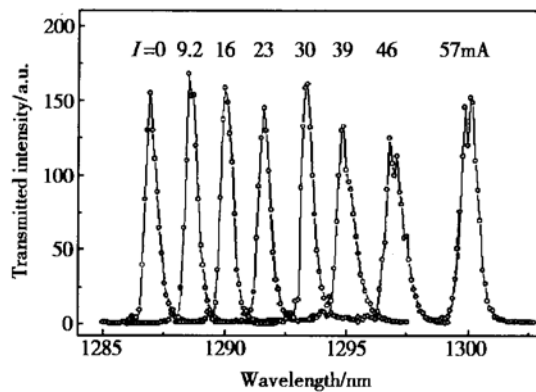


图 4 器件# VM 214 在不同注入电流下 FP 腔共振峰 ($\lambda = 1287\text{nm}$, $I = 0\text{mA}$) 的透射谱

Fig. 4 Shifted peaks ($\lambda = 1287\text{nm}$, $I = 0\text{mA}$) at various injection currents

将 FP 腔共振峰位的移动对 pn 结的注入功率 ($V \times I$) 依赖关系绘于图 6, 发现两者呈较好的线性依赖关系. 由于通过 pn 结注入 Si 中的电功率绝大部分以热的形式转化, 它说明了该器件的调谐是通过热光效应来实现的. 器件的功率耗散 (产生 1nm 调谐所消耗的功率) 为 $23\text{mW}/\text{nm}$. 因此腔体材料折射率变化引起的峰位移动为 ($\lambda = 1300\text{nm}$, $n_{\text{Si}} =$

3.5),

$$\frac{\Delta\lambda}{\Delta n} = \frac{\lambda}{n_{\text{Si}}} = 371.4\text{nm}$$

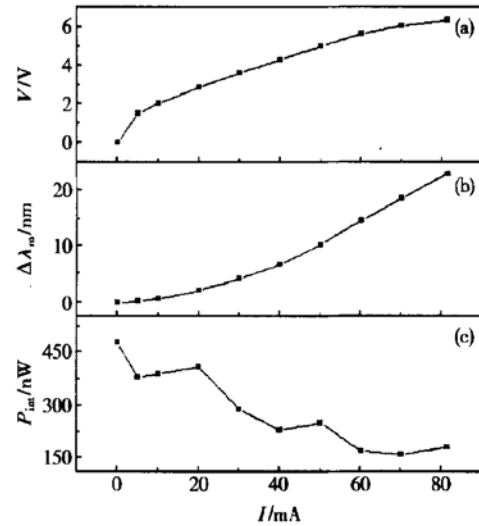


图 5 器件# VM 214 的外加偏压 (a), 峰位移动 (b) 和峰的积分强度 (c) 对注入电流的依赖关系

Fig. 5 Voltage (a), shift (b), integrated intensity (c) versus the injection current characteristics for # VM 214

由 Si 的热光系数 $\frac{\Delta n}{\Delta T} = 2 \times 10^{-4} \text{K}^{-1}$, 可以计算出该器件的功率转化效率为 $1.7\text{mW}/\text{K}$, 即使器件温度上升 1°C 需要注入 1.7mW 的电功率.

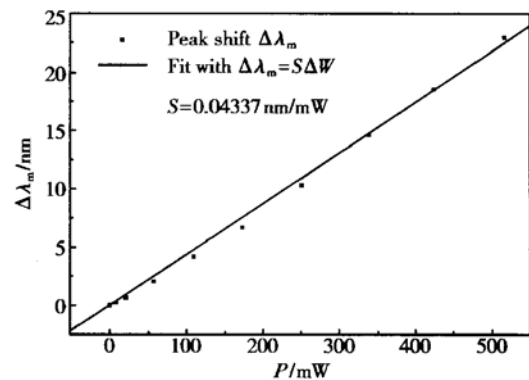


图 6 器件# VM 214 峰位移动对 pn 结注入功率的依赖关系

Fig. 6 Linear relationship between injection power and shift of # VM 214

4.2 频率响应

测量器件频率响应时, 将激光器输出波长固定在共振峰位置, 用信号发生器对样品施加调制电压, 峰位的移动使得光强随调制电压的变化而变化, 然

后用 InGaAs 长波长探测器接收光强的调制信号并输出到示波器显示,以观察其波形随调制信号频率的变化.图 7 为器件# VM226 的时间响应的示波器照片.该器件与# VM214 有相同的结构和调谐参数,只是器件被固定在铜散热片上.由于 pn 结 $I-V$ 曲线的非线性,因而选取 $V_i = 1.5\text{V}$,此时注入电流很小,器件仍处于共振状态;而器件以 $V_h = 2.9\text{V}$ 加载时,FP 腔因注入电流的热效应完全失调.器件的上升沿和下降沿时间基本相同,约为 $316\mu\text{s}$.

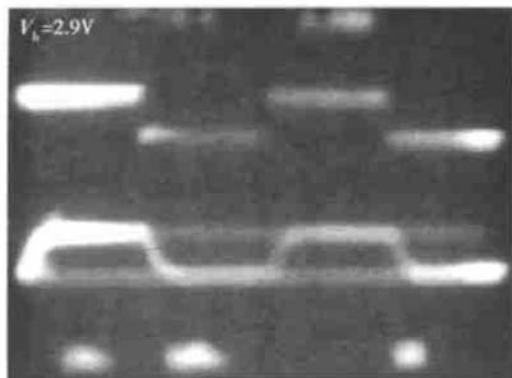


图 7 Si FP 腔可调滤波器(# VM226)的时间响应 上为输入方波信号 $f = 200\text{Hz}$, $V_i = 1.5\text{V}$, $V_h = 2.9\text{V}$; 下为器件响应

Fig. 7 Oscillograph for frequency response measurement of # VM226 (up) Input signal ($f = 200\text{Hz}$, $V_i = 1.5\text{V}$, $V_h = 2.9\text{V}$) and (down) Output.

作为比较,我们对长腔长的器件进行了频率响应的测试.该器件拥有较长的腔长,因而没有使用键合和减薄工艺,只是在约 $100\mu\text{m}$ Si 片的一侧蒸上两对 SiO_2/Si 反射镜,另一侧为 Si 与空气构成的界面.使用 pn 结注入电流的热效应可对该器件进行调谐,相应功率耗散为 $19\text{mW}/\text{nm}$,热转化效率为 $1.4\text{mW}/\text{K}$.该器件响应速度为几十毫秒.与器件# VM214 相比,该器件具有较小的功率耗散,这主要是由于# VM112 具有较长的腔长,使得器件调谐相同的范围时只需较小的折射率变化(参见 4 式),对应的功率输出也相对较小.另一方面,考虑到器件热容(C)正比于尺寸参数 $L \times A$,而热阻(R)正比 L/A , A 为热流经过的截面面积, L 为热传导方向的长度,则决定器件热响应速度的 RC 时间常数正比于 L^2 .因此该器件的响应速度远慢于# VM214.

4.3 调谐特性分析

至于 pn 结注入时没有观察到等离子体色散效应,主要有两方面的原因:首先,器件属于平面结构,

而 p 区和 n 区的形成采用离子注入,结深仅为 $0.3\mu\text{m}$,而 Si 的腔厚度约为 $30\mu\text{m}$,因此器件等效为 pn 结和 pin 结的并联.当器件正向注入时,载流子浓度的变化只在表面薄层发生,引起整个腔的折射率减小量很小.相反地,电流的热耗散使整个腔体温度升高,折射率的增加将等离子体色散效应完全掩盖.其次,器件漏电较大(约 0.1mA , $V = -5\text{V}$),电流通过漏电转化为热,而产生载流子浓度变化的份额减小.因此要使器件以等离子体效应工作,可以考虑减小腔体 Si 层的厚度,或采用台面 pin 结构,使载流子的变化分布整个腔体.另外还必须减小器件漏电.

若使器件以热光效应工作,用加热薄膜直接加热即可.器件的功率消耗和热响应也可通过使用薄的 Si 层和使用具有热隔离功能的台面结构来改进.优化器件结构可使热光调谐速度达到亚微秒甚至更快.

作为比较,在表 1 中列出了我们制作的热光 Si FP 可调滤波器与其他几种结构的典型器件的性能参数的比较.由表可见,该器件在一定程度上已经达到或超过现有的可调滤波器的指标,并且存在改进的空间.而且该结构器件的最大优势在于它的易集成性,一方面它能方便地与 Si 基的光电子器件(探测器或未来的 Si 激光器)集成,另一方面它可与成熟 Si 工艺集成形成复杂的光电子逻辑单元.此外,该器件的结构原理还可用以制作 Si 的光强度调制器^[6,7]、交叉型通道光开关、通道隔离器(interleaver)和温度传感器^[8].FP 共振腔结构也可用平面光波导来实现,反射镜用空气隙^[4,9]或周期波导^[10]来构成.因此,热光 FP 腔 Si 可调滤波器及其相应结构是一个值得研究的课题.

表 1 热光 Si 可调滤波器性能参数与其他几种结构代表性器件^[11]的比较

Talbe 1 Comparison of Si thermal-optical tunable filter with the rest devices

类 型	FSR /nm	C /dB	BW /nm	调谐范围 /nm	调谐速度
压电光纤 FP 腔	2	30	0.5	~ 10	$1 \sim 10\text{ms}$
微机械 FP 腔	2	30	0.5	~ 50	$100\mu\text{s}$
LN 级连 MZ 干涉器	0.4	22	0.2	~ 4	50ns
光纤光栅	1.6	22	0.2	< 10	$1 \sim 10\text{ms}$
声光可调滤波器	4	30	~ 1.5	> 60	$10\mu\text{s}$
可调谐 AWG	0.8	30	< 0.2	~ 40	10ms
# VM214(本文)	7.2	20	0.5	> 23	$\sim 300\mu\text{s}$

5 结论

本文介绍了利用 Si 基键合技术和化学机械抛光工艺制作的垂直结构的 Fabry-Perot 可调谐滤波器, 调谐机理为 pn 结正向注入电流引起的热光效应。调谐范围可达 23nm, 响应时间为约 300 μ s。并给出了获得响应更快和能耗更低的热光和电注入可调谐滤波器件的结构改进方案。

参考文献

- [1] Sadot D, Boimovich E. Tunable optical filters for dense WDM networks. *IEEE Commun Mag*, 1998, 36(12): 50
- [2] Born M, Wolf E. Principles of optics. Oxford: Pergamon, 1975
- [3] Dainesi P, Kung A, Chabloz M, et al. COMS compatible fully integrated Mach-Zehnder interferometer in SOI technology. *IEEE Photonics Technol Lett*, 2000, 12(6): 660
- [4] Cocorullo G, Iodice M, Rendina I, et al. Silicon thermo-optical micromodulator with 700-kHz-3-dB bandwidth. *IEEE Photonics Technol Lett*, 1995, 7(4): 363
- [5] Li C. SiGe/Si MQW resonant-cavity detector. PhD Thesis. Institute of Semiconductors, CAS, 2000(in Chinese) [李成. SiGe/Si MQW 共振腔光电探测器. 博士论文, 中国科学院半导体研究所, 2000]
- [6] Hemenway B R, Solgaard O, Bloom D M. A small-area light intensity modulator implemented in silicon. *IEEE Trans Electron Devices*, 1989, 36(11): 2614
- [7] Xiao X, Sturm J C, Goel K K, et al. Fabry-Perot optical intensity modulator at 1.3 μ m in silicon. *IEEE Photonics Technol Lett*, 1991, 3(3): 230
- [8] Cocorullo G, Della Corte F G, Iodice M, et al. A temperature all-silicon micro-sensor based on the thermo-optic effect. *IEEE Trans Electron Devices*, 1997, 44(5): 766
- [9] Vonsovici A, Orobtcchouk R, Koster A. Numerical simulation of a silicon-on-insulator waveguide Fabry-Perot interferometer for intensity light modulators at 1.3 μ m. *J Lightwave Technol*, 1997, 15(11): 2124
- [10] Liu M Y, Chou S Y. High-modulation-depth and short-cavity-length silicon Fabry-Perot modulator with two grating Bragg reflectors. *Appl Phys Lett*, 1996, 68(2): 170

Si-Based Thermal-Optical Resonant-Cavity Tunable Filter^{*}

Huang Changjun, Zuo Yuhua, Cheng Buwen, Mao Rongwei, Li Chuanbo,
Yu Jinzhong and Wang Qiming

(State Key Laboratory on Integrated Optoelectronics, Institute of Semiconductors,
The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100083, China)

Abstract: A Si Fabry-Perot tunable filter by the technique of bonding and lapping and its design and fabrication are reported, where tuning is realized by thermal-optical effect from the heat of the forward carrier injection. The prototype devices have a tuning range of above 23nm in 1300nm band, a bandwidth of 0.5nm, and an isolation of 26dB. The tuning speeds are in access of 300 μ s.

Key words: Fabry-Perot tunable filter; thermal-optical effect; Si-based optoelectronics

PACC: 4208S

Article ID: 0253-4177(2003) 12-1312-06

^{*} Project supported by Major State Basic Research Program of China (973) (No. G2000036603), National Natural Science Foundation of China (No. 69876260), National High Technology Research and Development Program of China (No. 2002AA312010)

Huang Changjun male, PhD. His current interest is in Si-based optoelectronics devices.

Wang Qiming male, academician of the Chinese Academy of Sciences. His current research interest is in the semiconductor optoelectronics, especially the Si-based optoelectronics.

Received 7 January 2003, revised manuscript received 14 April 2003

©2003 The Chinese Institute of Electronics