

$1 \times N$ 信道聚合物微环谐振器电光开关阵列的开关特性*

闫欣, 马春生[†], 陈宏起, 郑传涛, 王现银, 张大明

(吉林大学 a. 集成光电子学国家重点联合实验室吉林大学试验区; b. 电子科学与工程学院, 长春 130012)

摘要: 利用耦合模理论、电光调制理论和微环谐振理论, 提出了一个完善合理的聚合物微环谐振器电光开关阵列模型. 该器件由 1 条水平信道、 N 条垂直信道和 N 个微环构成, 在微环上施加不同方式的驱动电压, 可以实现 $N+1$ 条信道的开关功能. 以 1×8 信道结构为例, 在 1 550 nm 谐振波长下对该器件进行了优化设计和模拟分析. 其结果是: 微环波导芯的截面尺寸为 $1.7 \times 1.7 \mu\text{m}^2$, 波导芯与电极间的缓冲层厚度为 $2.5 \mu\text{m}$, 电极厚度为 $0.2 \mu\text{m}$, 微环半径为 $13.76 \mu\text{m}$, 微环与信道间的耦合间距为 $0.14 \mu\text{m}$, 输出光谱的 3 dB 带宽约为 0.05 nm, 开关电压约为 12.6 V, 插入损耗约为 0.67~1.26 dB, 串扰小于 -20 dB, 开关时间约为 11.35 ps.

关键词: 光通信; 微环阵列; 电光开关; 开关电压; 开关时间

中图分类号: TN253

文献标识码: A

文章编号: 1004-4213(2009)08-1914-6

0 引言

光开关是一种具有两个或多个可选输出端口, 可对光传输线路进行相互转换的器件, 无论是在空分、时分或波分复用系统中, 光开关及其阵列都有着广泛的应用, 而其中的电光开关^[1-2]与其他光开关相比具有开关时间短、响应速度快等优点而成为研究热点. 与其他材料相比, 有机聚合物^[3-4]的最大特点就是结构灵活, 能根据不同的需要设计不同的聚合物材料, 并且在器件制作工艺方面也比较容易. 因此用电光聚合物材料制备电光开关已成为高速光开关的发展方向. 微环谐振器具有结构紧凑、集成度高等优点, 不仅具有滤波、复用、解复用、路由等基本功能, 而且还具有波长变换、调制、开关等功能, 具有广泛的应用前景. 利用微环的谐振及滤波特性和材料的电光特性, 可以设计制作出尺寸小、开关电压低、开关时间短、开关速度快的微环电光开关, 在光通信网络中有着广泛的应用前景, 正在成为国际国内热门的研究课题.

从国内外对微环电光开关器件的研究情况来看, 对于微环电光开关的研究报道很有限. 目前美国、日本、香港以及我们课题组正在开展微环电光开关的研究工作^[5-9], 所用的电光材料有 Si、LiNbO₃ 等无机材料和有机聚合物材料. 研究工作主要集中在双信道微

环电光开关方面. 这种结构的器件所能实现的开关功能很有限, 只是两信道间的开关转换功能. 因此目前国际国内对于微环电光开关的研究正处于起步阶段, 而对于多信道多微环结构的电光开关阵列的研究基本上处于空白状态.

本文在文献^[10]提出的 1×8 信道微环谐振波分复用器的结构基础上, 采用电光聚合物材料作为波导芯层, 利用耦合模理论、电光调制理论和微环谐振理论, 提出了一个完善合理的聚合物微环谐振器电光开关阵列模型. 该器件由 1 条水平信道、 N 条垂直信道和 N 个微环构成, 在微环上施加不同方式的驱动电压, 可以实现 $N+1$ 条信道的开关功能. 以 1×8 信道结构为例, 在谐振波长为 $1.55 \mu\text{m}$ 的情况下, 对微环和信道的波导芯尺寸、波导芯与电极间的缓冲层厚度、电极厚度、微环半径、微环与信道间的耦合间距等参量进行了优化, 对器件的开关电压、传输光谱、插入损耗、串扰、时域响应等特性进行了模拟, 并对模拟结果进行了分析与讨论.

1 结构及原理

图 1 给出了 $1 \times N$ 信道聚合物微环谐振器电光开关阵列的结构简图和微环波导的横截面图, 它是由 1 条水平信道、 N 条垂直信道和 N 个半径相同的微环构成. 电极只加在微环上, 信道上不加电极. 每个微环波导的结构依次为: 上电极/上缓冲层/波导芯/下缓冲层/下电极/衬底, 其中波导芯为聚合物电光材料.

不施加电压时, 这一结构为微环谐振器阵列; 施加电压时, 则为微环谐振器电光开关阵列. 该微环谐

* 国家自然科学基金(60706011)、教育部博士点新教师基金(20070183087)、吉林省科技发展计划青年科研基金(20080125)和国家重点基础研究发展计划(2006CB302803)资助

[†] Tel: 0431-85103909

Email: mcsheng@163.com

收稿日期: 2009-01-13

修回日期: 2009-04-01

振器阵列的滤波原理是:不加电压时,在由水平信道左端口输入的不同波长的信号光中,波长满足微环谐振条件的信号光,在临近耦合点处不断地耦合进入第 1 个微环 R_1 中,然后再耦合进入与其相邻的第 1 条竖直信道,并由其输出端口输出,输出光功率以该谐振波长信号光为最大,而其他信道相应端口中的输出光功率以谐振波长信号光为最小,从而实现了谐振波长的滤波功能。

微环谐振器电光开关阵列的工作原理是:选择具有谐振波长的信号光由水平信道左端口输入,当前 i 个微环的电极上施加相同的电压时,这些微环芯层聚合物电光材料的折射率要发生变化,使这些微环中模的传播常数发生变化,与信道产生了相位失配,从而导致这些微环和信道中传输信号的光功率发生转换,当外加电压等于开关转换电压时,第 $i+1$ 条信道的输出端口的输出光功率变为最大,而其他信道相应端口的输出光功率变为最小,从而实现了开关功能。依次在微环上施加不同方式的电压,可以实现 N 条竖直信道和水平信道的开关功能。

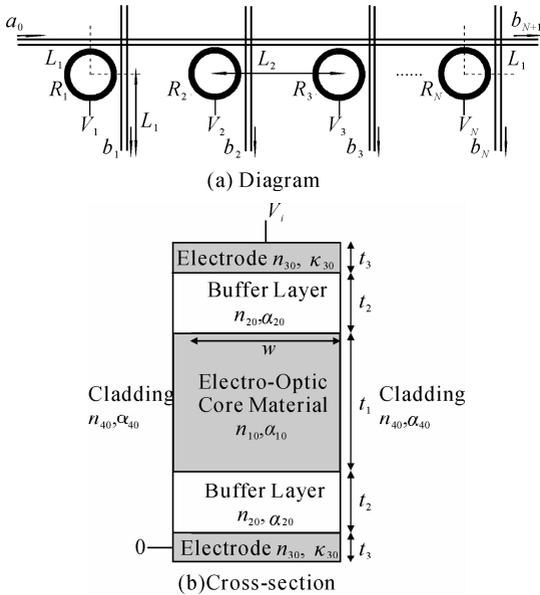


图 1 $1 \times N$ 信道微环谐振器电光开关阵列的结构模型
Fig. 1 Structural model of a $1 \times N$ electro-optic microring resonator switch array

对图 1 所示的聚合物微环谐振器电光开关阵列进行了参量优化,相关参量取为:谐振波长 $\lambda_0 = 1550 \text{ nm}$,聚合物芯层折射率 $n_{10} = 1.59$,体振幅衰减系数 $\alpha_{10} = 0.25 \text{ dB/cm}$,电光系数 $\gamma_{33} = 68 \text{ pm/V}^{[3]}$;聚合物缓冲层折射率 $n_{20} = 1.461$,体振幅衰减系数 $\alpha_{20} = 0.25 \text{ dB/cm}^{[4]}$;采用金作为金属电极, n 折射率 $n_{30} = 0.19$,消光系数 $\kappa_{30} = 6.1^{[11]}$;左右包层为空气,折射率 $n_{40} = 1$,体振幅衰减系数 $\alpha_{40} = 0$;水平信道输入/输出端口及竖直信道输出端口到相邻耦合点间的距离 $L_1 = 2000 \text{ }\mu\text{m}$,两微环间的圆

心距 $L_2 = 125 \text{ }\mu\text{m}$.利用文献[12]给出的弯曲波导的分析方法,在以下的计算中已考虑了微环的弯曲对模传播常数的影响.适当选取信道的波导芯宽度,可使信道和微环不加电压时二者的模传播常数相等.参量优化过程参见文献[9],这里只给出优化结果:芯宽度 w 与芯厚度 t_1 相等, $w = t_1 = 1.7 \text{ }\mu\text{m}$,芯层和电极间的上下缓冲层厚度 $t_2 = 2.5 \text{ }\mu\text{m}$,电极厚度 $t_3 = 0.2 \text{ }\mu\text{m}$,微环与信道间的耦合间距 $d = 0.14 \text{ }\mu\text{m}$,此时信道中的模损耗系数 $\alpha_L = 0.256 \text{ dB/cm}$,微环中的模损耗系数 $\alpha_R = 0.29 \text{ dB/cm}$;微环半径 $R = 13.76 \text{ }\mu\text{m}$,此时弯曲损耗很小,为 10^{-4} dB/cm 量级,因此模式损耗主要来自于电极和聚合物材料的吸收.在上述的优化参量条件下,既保证了器件中 E_{y0} 基模的单模传输,又可使器件的开关电压、插入损耗和串扰降到尽可能的小。

2 开关功能

如图 1(b)所示,令 E_1, E_2 分别为加在微环芯层和缓冲层上的电场,施加电压与电场之间的关系为 $V = E_1 t_1 + 2E_2 t_2$.由介质层分界面处电位移的连续条件 $n_{10}^2 E_1 = n_{20}^2 E_2$ 及电光调制理论,可以得到由电压 V 引起的芯层电光材料的折射率变化 Δn_{10} 为

$$\Delta n_{10} = \frac{1}{2} n_{10}^3 \gamma_{33} E_1 = \frac{n_{10}^3 \gamma_{33} V}{2(t_1 + 2t_2 n_{10}^2 / n_{20}^2)} \quad (1)$$

即芯层电光材料的折射率由 n_{10} 变到 $n_{10} + \Delta n_{10}$,而其他介质层为非电光材料,其折射率 n_{20}, n_{30}, n_{40} 不随施加电压的变化而变化。

令 a_0 为水平信道左端口的输入光振幅, $b_1, b_2, \dots, b_N, b_{N+1}$ 为 N 条竖直信道输出端口的输出光振幅, κ, t 分别为微环与信道间的振幅耦合比率和振幅透射比率,满足 $\kappa^2 + t^2 = 1$.由微环谐振器阵列振幅之间的关系可推导出由水平信道左端口至各信道输出端口的光强传递函数为

$$|D_{N+1}|^2 = \left| \frac{b_{N+1}}{a_0} \right|^2 = |u^N \exp[-j(N-1)\Psi_2] \cdot \exp(-j2\Psi_1)|^2 \quad (2)$$

$$|D_i|^2 = \left| \frac{b_i}{a_0} \right|^2 = |u^{i-1} v \exp[-j(i-1)\Psi_2] \cdot \exp(-j2\Psi_1)|^2 \quad (i=1, 2, \dots, N) \quad (3)$$

式中

$$u = \frac{t[1 - \exp[-j(\phi_1 + \phi_2)]]}{1 - t^2 \exp[-j(\phi_1 + \phi_2)]} \quad (4)$$

$$v = \frac{-\kappa^2 \exp(-j\phi_1)}{1 - t^2 \exp[-j(\phi_1 + \phi_2)]} \quad (5)$$

$$\Psi_1 = L_1(\beta_L - \alpha_L) \quad (6)$$

$$\Psi_2 = L_2(\beta_L - j\alpha_L) \quad (7)$$

$$\phi_1 = \pi R(\beta_R - j\alpha_R)/2 \quad (8)$$

$$\phi_2 = 3\pi(R\beta_R - j\alpha_R)/2 \quad (9)$$

式中, Ψ_1 、 Ψ_2 分别为光传输距离 L_1 、 L_2 的相位, ϕ_1 、 ϕ_2 分别为光传输弧长 $\pi R/2$ 、 $3\pi R/2$ 的相位; $\beta_L = \beta_0$ 为信道的模传播常数, $\beta_R = \beta_0$ 为不加电压时微环的模传播常数, $\beta_R = \beta_V$ 为施加电压时微环的模传播常数, α_L 为信道的模损耗系数, α_R 为微环的模损耗系数. 相应的各信道的输出功率定义为

$$P_i = 10 \log_{10}(|D_i|^2) \quad (i=1, 2, \dots, N+1) \quad (10)$$

图 2 给出了在不加电压情况下该器件各信道的

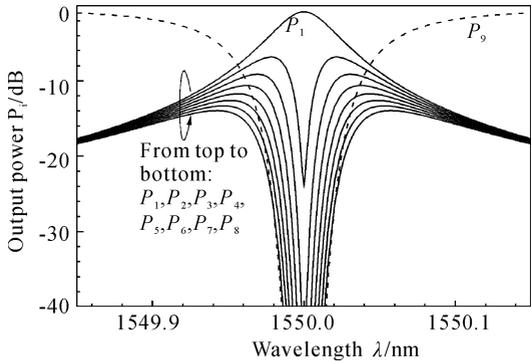


图 2 不加电压时各信道的输出功率 P_i 随传输波长 λ 的变化(输出光谱)

Fig. 2 Output power P_i versus propagation wavelength λ for each channel (i. e. output spectrum), $V_1 \sim V_8 = 0$

输出光谱. 由图 2 可以看出, 在工作波长 $\lambda = 1550$ nm处, P_1 已变为最大, 谐振波长信号光的功率将全部由第 1 条垂直信道输出, 其插入损耗约为 0.84 dB, 而其他信道的输出功率变得很小, 其串扰皆小于 -20 dB.

在不同的施加电压的方式下, 图 3 和图 4 分别显示了各信道的输出功率和输出光谱, 在图 3 中取工作波长 $\lambda = 1550$ nm, 在图 4 中取工作电压 12.6 V, 各种施加电压的方式在图标题中给出. 图 3 和图 4 中的 8 小幅度图分别对应所施加电压的 8 种不同方式. 对于第 i 种施加电压方式, 驱动电压只加到前 i 个微环上, 即 $V_1 \sim V_i = V, V_{i+1} \sim V_8 = 0$.

由图 3 可以看出, 当驱动电压 V 增大时, 第 $i+1$ 条垂直信道的输出功率 P_{i+1} 很快地增大. 由图 4 可以看出, 在工作波长 $\lambda = 1550$ nm 处, P_{i+1} 变为最大, 而其他信道的输出功率变得很小, 其串扰皆小于 -20 dB. 这说明在此种施加电压方式下, 第 $i+1$ 条垂直信道实现了开关功能. 依次从 1 到 8 改变 i 的值, 则可在第 2、3、...、8 条垂直信道和水平信道(即第 9 条信道)中实现开关功能, 此时各信道相应的插入损耗分别为 0.90, 0.96, 1.02, 1.08, 1.14, 1.20, 1.26, 0.67 dB.

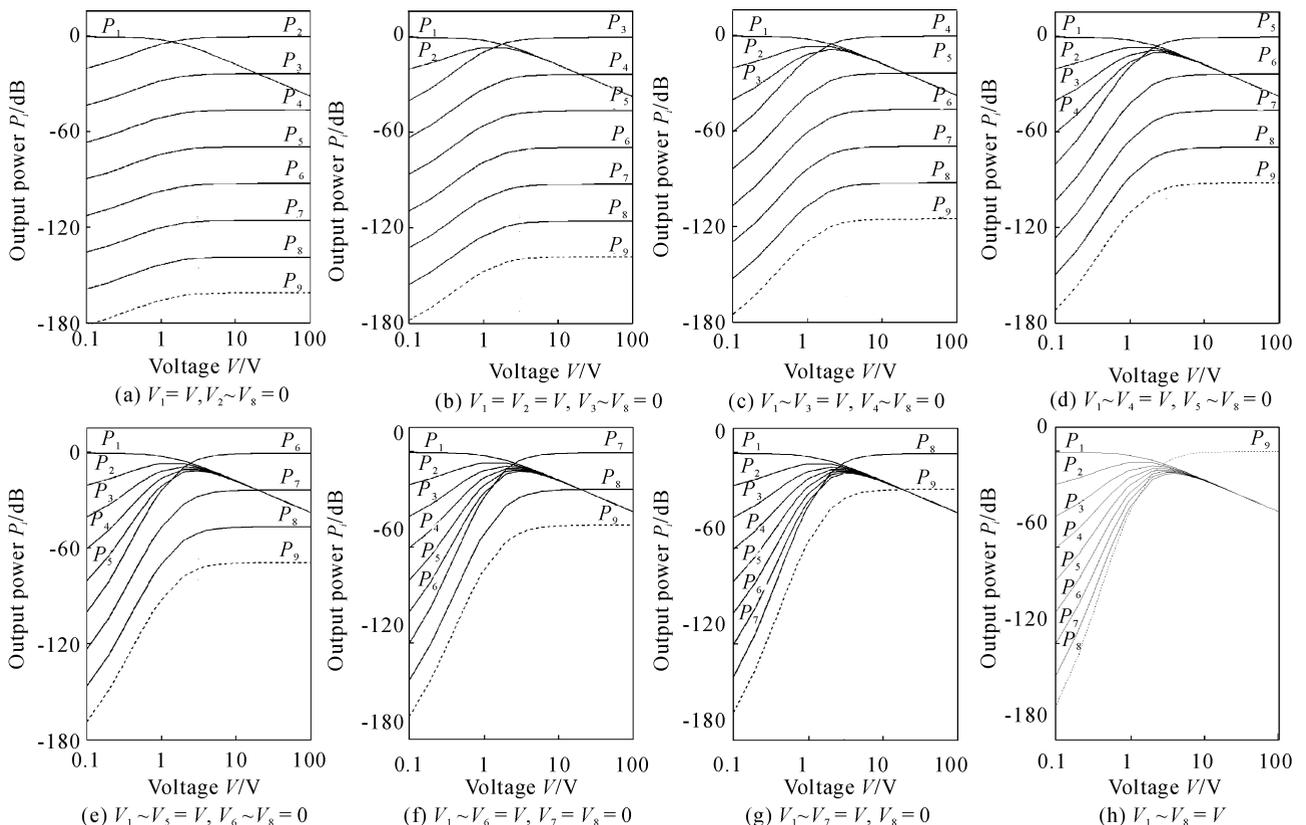


图 3 各信道的输出功率 P_i 随工作电压 V_i 的变化

Fig. 3 Output power P_i versus operation voltage V_i for each channel

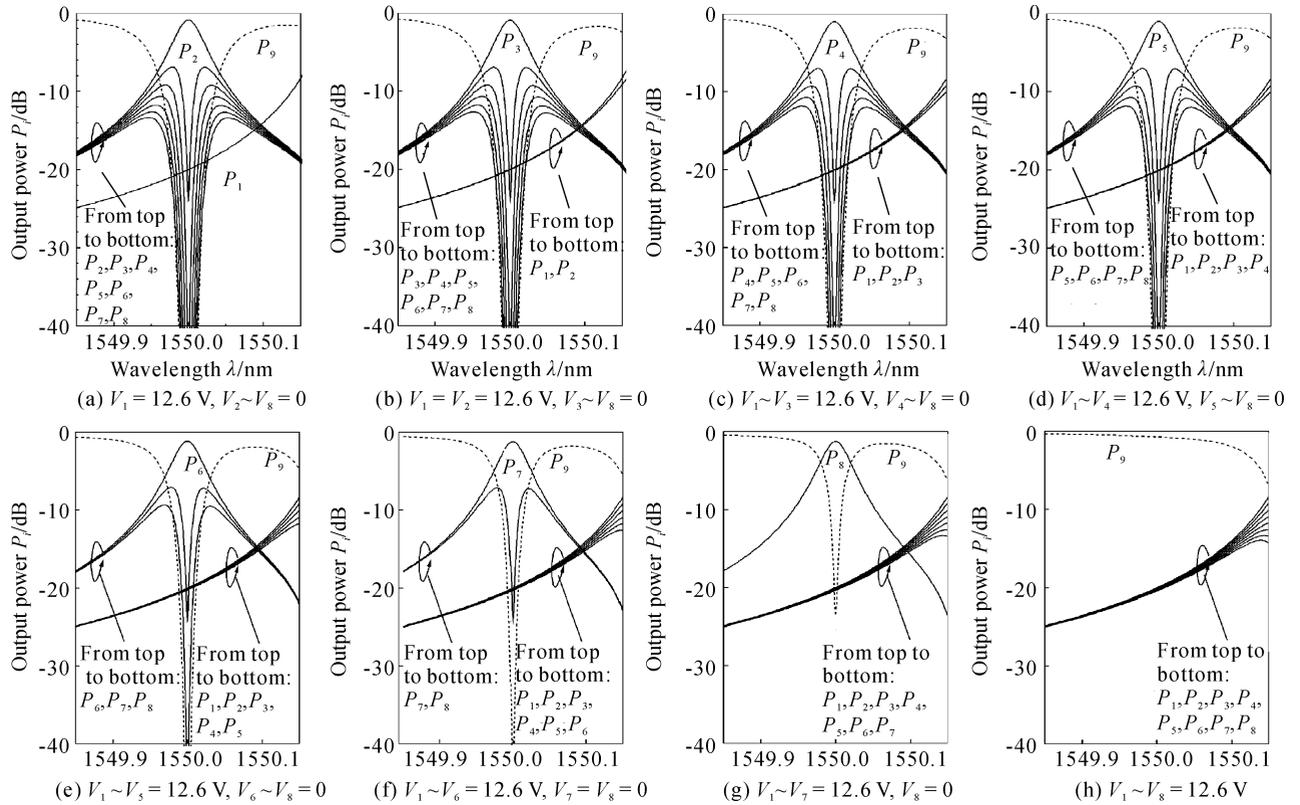


图 4 施加电压时各信道的输出功率 P_i 随传输波长 λ 的变化(输出光谱)

Fig. 4 Output power P_i versus propagation wavelength λ for each channel (i. e. output spectrum)

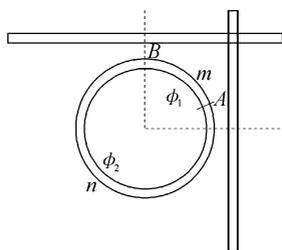
在插入损耗和串扰允许的情况下,本文给出的方法可以优化设计出具有更多信道开关功能的这类聚合物微环谐振器电光开关阵列.在施加电压的方式下,对 $1 \times 8, 1 \times 16, 1 \times 32, 1 \times 64$ 信道的聚合物微环谐振器电光开关阵列的模拟结果由表 1 给出.

表 1 $1 \times 8, 1 \times 16, 1 \times 32, 1 \times 64$ 信道聚合物微环谐振器电光开关阵列的模拟结果

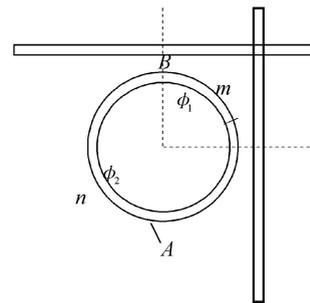
信道数	插入损耗/dB	串扰/dB
1×8	0.67~1.26	< -20
1×16	0.84~1.73	< -20
1×32	0.84~2.67	< -20
1×64	0.84~4.56	< -20

3 时域响应

利用图 5 对器件的时域响应特性进行分析.设开关电压为 V_s ,在开关电压切换过程中,微环中传输的光将经历两个过程,分别是电压 V 从 0 增大到



(a) $\text{arc } AnB = l > \frac{3}{2} \pi R$



(b) $\text{arc } AnB = l < \frac{3}{2} \pi R$

图 5 时域响应示意

Fig. 5 Sketch of the time-domain response

V_s 和从 V_s 减小到 0.在分析时域响应特性时,当光在微环中传输一圈的过程中,由式(8)和(9)给出的传输相位 ϕ_1 和 ϕ_2 应该做如下修正:

①令工作电压 V 从 0 变到 V_s 时,光到达截面 A.这时光首先在电压 $V=0$ 状态下以速度 $v=v_0$ 传输了弧长 BmA ,然后在电压 $v=v_s$ 状态下以速度 $v=v_s$ 传输了弧长 AnB ,此时 ϕ_1 和 ϕ_2 应修正为:

$$1) \text{ 弧长 } AnB = l \geq \frac{3}{2} \pi R$$

$$\phi_1 = \left[l - \frac{3}{2} \pi R \right] (\beta_V - j\alpha_R) + (2\pi R - l) (\beta_0 - j\alpha_R) \quad (11)$$

$$\phi_2 = \frac{3}{2} \pi R (\beta_V - j\alpha_R) \quad (12)$$

$$2) \text{ 弧长 } AnB = l < \frac{3}{2} \pi R$$

$$\phi_1 = \frac{1}{2} \pi R (\beta_0 - j\alpha_R) \quad (13)$$

$$\phi_2 = l(\beta_V - j\alpha_R) + \left[\frac{3}{2} \pi R - l \right] (\beta_0 - j\alpha_R) \quad (14)$$

式中 $l = v_V t_l$, $t_l = \frac{\omega}{\beta_V} t_l$, t_l 为开关响应时间, 即在电压 $V = V_s$ 下光在微环中传输长度为 l 时所用的时间.

②令工作电压 V 从 V_s 变到 0 时, 光到达截面 A. 这时光首先在电压 $V = V_s$ 状态下以速度 $v = v_V$ 传输了弧长 BmA , 然后在电压 $V = 0$ 状态下以速度 $v = v_0$ 传输了弧长 AnB , 此时 ϕ_1 和 ϕ_2 应修正为:

$$1) \text{ 弧长 } AnB = l \geq \frac{3}{2} \pi R$$

$$\phi_1 = \left[l - \frac{3}{2} \pi R \right] (\beta_0 - j\alpha_R) + (2\pi R - l) (\beta_V - j\alpha_R) \quad (15)$$

$$\phi_2 = \frac{3}{2} \pi R (\beta_0 - j\alpha_R) \quad (16)$$

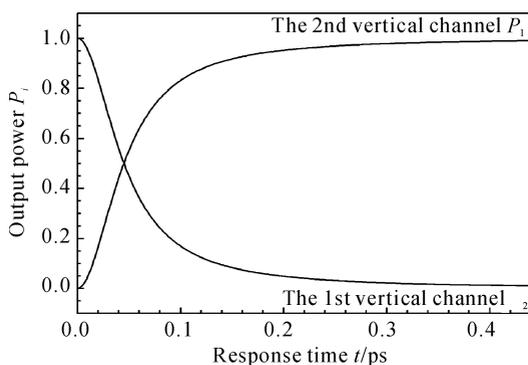
$$2) \text{ 弧长 } AnB = l < \frac{3}{2} \pi R$$

$$\phi_1 = \frac{1}{2} \pi R (\beta_V - j\alpha_R) \quad (17)$$

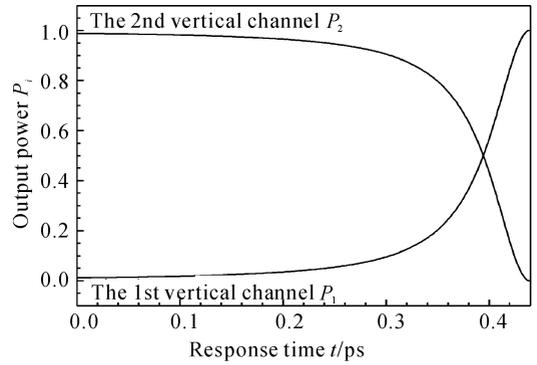
$$\phi_2 = l(\beta_0 - j\alpha_R) + \left[\frac{3}{2} \pi R - l \right] (\beta_V - j\alpha_R) \quad (18)$$

式中 $l = v_0 t = \frac{\omega}{\beta_0} t_l$, t_l 仍为开关响应时间, 即在电压 $V = 0$ 下光在微环中传输长度为 l 时所用的时间. 因为相位 ϕ_1 和 ϕ_2 都是响应时间 t_l 的函数, 所以仍可利用式(10)来分析器件的时域响应.

本文以电压只加在第一个微环上为例, 即 $V_2 \sim V_8 = 0$. 不考虑模式损耗, 图 6 给出了传输功率 P_1 和 P_2 与开关响应时间的关系曲线, 取波长 $\lambda = 1550 \text{ nm}$, (a) V_1 从 0 变到 $V_s = 12.6 \text{ V}$, (b) V_1 从 $V_s = 12.6 \text{ V}$ 变到 0. 由图 6 可以看出, 上升/下降时间 $t_{r,f}$ 很短, 大约是 0.44 ps . 这是因为微环半径 $R = 13.76 \text{ }\mu\text{m}$ 很小, 光在微环中传输一周的光程也就很短, 所以上升/下降时间很短.



(a) V_1 changes from 0 to 12.6 V



(b) V_1 changes from 12.6 V to 0

图 6 输出功率 P_1 和 P_2 随开关响应时间 t 的变化曲线
Fig. 6 Propagation powers P_1 and P_2 versus the response time t , $V_2 \sim V_8 = 0$

除了上升/下降时间, 还有延迟时间 t_d , 其定义为光经过平行信道相邻耦合点间的距离 L_2 、下一微环的四分之一圈和耦合点到下一竖直信道输出端口的距离 L_1 所用的总时间. 利用式

$$t_d = \frac{1}{V_0} \left[L_2 + \frac{1}{2} \pi R + L_1 \right] = \frac{\beta_0}{\omega} \left[L_2 + \frac{1}{2} \pi R + L_1 \right] \quad (19)$$

能够得到延迟时间为 $t_d = 10.91 \text{ ps}$, 因此开关时间为 $t_s = t_{r,f} + t_d = 0.44 + 10.91 = 11.35 \text{ ps}$.

4 结论

在谐振波长 1550 nm 的情况下, 应用本文给出的光强传递函数对 $1 \times N$ 信道聚合物微环谐振器电光开关阵列进行了参量优化和特性分析. 微环波导芯尺寸和缓冲层厚度要适当地选择, 既要使所施加的工作电压尽量地小, 同时又不能使模式损耗过大. 当取波导芯厚度与宽度均为 $1.7 \text{ }\mu\text{m}$ 、缓冲层厚度为 $2.5 \text{ }\mu\text{m}$ 时, 信道和微环的模损耗系数分别约为 0.256 dB/cm 和 0.29 dB/cm . 微环与信道间的耦合间距也要适当地选择, 既要使器件的工作电压尽量地小, 同时又不能使输出光谱的 3-dB 带宽过小. 当取耦合间距为 $0.14 \text{ }\mu\text{m}$ 、工作电压为 12.6 V 时, 输出光谱的 3-dB 带宽约为 0.05 nm , 1×8 信道结构的插入损耗约为 $0.67 \sim 1.26 \text{ dB}$, 串扰小于 -20 dB , 开关时间约为 11.35 ps , 比其他光开关的开关时间要小很多. 对 1×8 、 1×16 、 1×32 、 1×64 信道的聚合物微环谐振器电光开关阵列的模拟结果表明, 在不同的施加电压方式下, 本文所设计的聚合物微环谐振器电光开关阵列的各条信道均实现了良好的开关功能. 本文给出的聚合物多信道多微环结构的电光开关阵列在国内外还未见诸报道.

参考文献

- [1] WANG Q, YAO JP. A high speed 2×2 electro-optic switch using a polarization modulator[J]. *Opt Express*, 2007, **15** (25): 16500-16505.
- [2] BAO Jun-feng, WU Xing-kun. The design of a directional

- coupled electro-optical switch based on the polymeric waveguide[J]. *Acta Photonica Sinica*, 2005, **34**(3): 361-364.
- 鲍俊峰, 吴兴坤. 一种定向耦合器型高聚物光开关设计[J]. *光子学报*, 2005, **34**(3): 361-364.
- [3] XU G Y, LIU Z F, MA J, *et al.* Organic electro-optic modulator using transparent conducting oxides as electrodes [J]. *Opt Express*, 2005, **13**(19): 7380-7385.
- [4] PITOIS C, VUKMIROVIC C, HULT A. Low-loss passive optical waveguides based on photosensitive poly (pentafluoro styrene-co-glycidyl methacrylate) [J]. *Macromolecules*, 1999, **32**(9): 2903-2909.
- [5] TANUSHI Y, YOKOYAMA S. Design and simulation of ring resonator optical switches using electro-optic materials [J]. *Japanese Journal of Applied Physics*, 2006, **45**(4B): 3493-3497.
- [6] EMELETT S J, SOREF R A. Electro-optical and optical-optical switching of dual microring resonator waveguide systems [J]. *Advanced Optical and Quantum Memories and Computing II*, 2005, **5735**: 14-24.
- [7] LI C, ZHOU L J, POON A W. Silicon microring carrier-injection-based modulators/switches with tunable extinction ratios and OR-logic switching by using waveguide cross-coupling [J]. *Opt Express*, 2007, **15**(8): 5069-5076.
- [8] LE T T, CAHILL L. A novel proposal for low power optical switches based on microring resonators [C]. *2007 the Joint International Conference on Optical Internet and Australian Conference on Optical Fibre Technology*, 2007, 100-102, Melbourne, Australia.
- [9] YAN Xin, MA Chun-sheng, WANG Xian-yin, *et al.* Simulation and optimization of polymer electro-optic microring resonator switches [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2008, **37**(12): 2374-2378.
- 闫欣, 马春生, 王现银, 等. 聚合物微环电光开关的模拟和优化 [J]. *光子学报*, 2008, **37**(12): 2374-2378.
- [10] WANG Xian-yin, ZHENG Chuan-cao, QIN Zheng-kun, *et al.* optimization design for microring resonant wavelength multiplexer [J]. *Journal of Changchun University of Science and Technology*, 2007, **30**(1): 9-14.
- 王现银, 郑传涛, 秦正坤, 等. 1×8 信道微环谐振波分复用器的结构设计 [J]. *长春理工大学学报*, 2007, **30**(1): 9-14.
- [11] DRISCOLL W G, VAUGHAN W. Handbook of optics [M]. New York: McGraw-Hill, 1978: 7.
- [12] MELLONI A, CARNIEL F, COSTA R, *et al.* Determination of bend mode characteristics in dielectric waveguides [J]. *Journal of Lightwave Technology*, 2001, **19**(4): 571-577.

Switching Characteristics of a $1 \times N$ Electro-optic Polymer Microring Resonator Switch Array

YAN Xin, MA Chun-sheng, CHEN Hong-qi, ZHENG Chuan-cao,
WANG Xian-yin, ZHANG Da-ming

(a. State Key Laboratory on Integrated Optoelectronics; b. College of Electronic Science and Engineering,
Jilin University, Changchun 130012, China)

Abstract: In terms of the coupled mode theory, microring resonance theory and electro-optic modulation theory, a reasonable project is proposed for designing an electro-optic polymer microring resonator switch array. This device consists of 1 horizontal channel, N vertical channels and N microrings. By applying different manners of the operation voltage on the microrings, the switching functions can be realized in the $N+1$ channels. Taking 1×8 channels as an example, the optimization and simulation are performed under the resonant wavelength of 1550 nm. The results are as follows: the core size of the microring is $1.7 \times 1.7 \mu\text{m}^2$, the buffer layer thickness between the core and the electrode is $2.5 \mu\text{m}$, the electrode thickness is $0.2 \mu\text{m}$, the microring radius is $13.76 \mu\text{m}$, the coupling gap between the microring and the channel is $0.14 \mu\text{m}$, the 3-dB bandwidth of the output spectrum is about 0.05 nm, the switching voltage is about 12.6 V, the insertion loss is about 0.67~1.26 dB, and the crosstalk is less than -20 dB, and the switching time is about 11.35 ps.

Key words: Optical communications; Microring resonator array; Electro-optic switch; Operation voltage; Switching time



YAN Xin is a lecturer with the Ph. D. degree. Her research interests include guided-wave optics and integrated optoelectronics. Currently she is devoting to the computer-aided design and technological process of the arrayed waveguide grating (AWG) and microring resonator (MRR) devices.