

二芳基乙烯光致各向异性动态特性研究*

陈利菊^{1)†} 姚保利^{1)†} 韩俊鹤¹⁾ 郜 鹏¹⁾ 陈 懿³⁾ 王英利¹⁾ 雷 铭¹⁾

1) 中国科学院西安光学精密机械研究所瞬态光学与光子技术国家重点实验室, 西安 710119)

2) 中国科学院研究生院, 北京 100049)

3) 中国科学院理化技术研究所, 北京 100080)

(2007 年 12 月 6 日收到, 2008 年 1 月 23 日收到修改稿)

建立了光致变色二芳基乙烯样品光致各向异性动力学的理论模型. 计算了在线偏振光激发下, 二芳基乙烯分子数密度、光致二向色性和光致双折射随时间(曝光量)的动态变化曲线. 结果表明, 随着激发曝光量的增加, 二芳基乙烯呈色态分子数密度不断下降直至饱和, 光致各向异性随曝光量增加先增加, 达到最大之后开始下降. 最佳曝光量为 260 J/cm^2 . 利用正交偏振检测方法测量了反映材料各向异性的探测光透过率动力学曲线, 并与理论计算结果进行了比较, 二者基本相符.

关键词: 光致各向异性, 二芳基乙烯, 动态特性, 最佳曝光量

PACC: 4225J, 4230D, 4240F, 4240M

1. 引 言

光致各向异性是光致变色材料的重要特性, 已有很多学者用不同理论模型对细菌视紫红质^[1-3]和偶氮化合物^[4-6]等有机光致变色材料的光致各向异性特性进行了理论分析和实验研究. 提高材料的光致各向异性的方法^[7,8]也有报道. 利用材料各向异性实现的光开关^[9]、光存储^[10,11]、光计算^[12]、光信息显示^[13,14]及光限幅^[3]等光器件也用于光信息处理系统中. 实际的光信息处理过程是动态变化的过程, 比如实时图像处理、实时全光开关等, 已有研究分析了材料的光致变色动态特性^[15,16]和光栅衍射动态特性^[17-19]. 因此研究材料的光致各向异性动态特性有非常重要的意义.

在有机光致变色材料中, 二芳基乙烯因具有良好的热稳定性成为研究的热点. Irie 等首次合成了热稳定性良好的二芳基乙烯化合物, 详细研究了二芳基乙烯的光致变色特性及其应用^[20]. Tsujioka 等利用双稳态非对称的二芳基乙烯分子材料, 采用电子注入法, 实现了信息存储^[21]. Yao 等采用偏振和角度复用技术提高了二芳基乙烯材料的存储密度^[22]. Ishitobi 等通过测量吸收谱的变化, 分析了在线偏振

光的激发下, 掺杂 Spiropyran 和二芳基乙烯聚合物分子的取向吸收^[23]. Cattaneo 等利用波导光栅耦合实验测量了二芳基乙烯材料两态的折射率差值, 利用光诱导可逆光栅衍射, 实验测量了一级衍射光的动态变化, 并根据衍射效率计算了光致双折射的动态变化^[24]. 然而, 有关文献中只是实验得到了各向异性的动态变化^[22,24], 详尽的理论分析还未见报道. 本文研究了二芳基乙烯光致各向异性的动态特性, 建立了二芳基乙烯光致各向异性的理论模型, 利用该模型理论计算了在线偏振光的激发下, 二芳基乙烯材料中分子数密度、光致二向色性和光致双折射的动态变化. 利用正交偏振检测方法实验测量了探测光透过率的动态变化曲线, 并与理论计算结果进行了比较. 研究二芳基乙烯光致各向异性的动态变化特性, 对其进一步应用于光信息处理有重要的参考意义.

2. 理论模型

二芳基乙烯是一种有机光致变色材料, 通常情况下, 其开环体(无色态)是稳定态, 在紫外光的激发下, 开环体发生闭环反应生成闭环体(呈色态). 闭环体是亚稳态, 在室温下也是稳定的, 闭环体在可见光

* 国家自然科学基金(批准号: 60337020 和 60678023)资助的课题.

† 通讯联系人, E-mail: yaobl@opt.ac.cn

照射下,发生开环反应,可以再返回无色态.为了表述方便,我们将呈色态表示为 1,无色态表示为 2.由于二芳基乙烯分子是极性分子,当激发光为线偏振光时,分子对光的吸收具有方向选择性:当分子偶极矩与激发光偏振方向夹角为 0° 时,吸收最大;当两者夹角为 90° 时,吸收最小.因此,分子的光异构化过程具有方向选择性.相应地,材料的吸收系数和折射率也发生方向性变化,因而产生了光致各向异性^[21].为了观察和测量光致各向异性,通常将材料薄膜置于两个正交的偏振片 P_1 和 P_2 中间,通过测量探测光经过 P_1 -Sample- P_2 系统的变化来分析光致各向异性的变化.在下面理论分析时,我们将 1 态作为初始态,用可见光激发,分子由 1 态向 2 态转化.激发光和探测光同时照射在样品上,各物理量的取向如图 1 所示,激发光偏振方向沿 x 轴,探测光偏振方向与 x 轴的夹角为 α ,分子偶极矩方向与 x 轴的夹角为 φ .

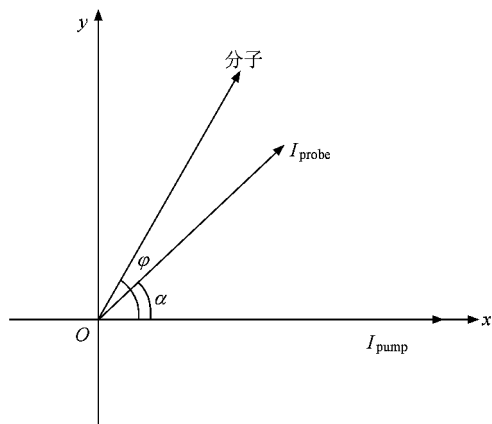


图 1 光诱导各向异性各物理量取向示意图(激发光偏振方向沿 x 轴, α 为探测光偏振方向与 x 轴夹角, φ 为分子偶极矩方向与 x 轴夹角)

根据光致变色过程粒子数速率方程,呈色态分子数密度 N_1 随时间的变化关系为

$$\frac{\partial N_1(t)}{\partial t} = -(k_{1\text{probe}} + k_{1\text{pump}})N_1(t) + (k_{2\text{probe}} + k_{2\text{pump}})N_2(t), \quad (1)$$

其中 $N_2(t) = N_0 - N_1(t)$ 为无色态分子数密度, N_0 为总分子数密度; $k_{1\text{probe}}, k_{1\text{pump}}, k_{2\text{probe}}, k_{2\text{pump}}$ 为光反应速率,用 k_{ij} 表示,其中 i 为 1, 2 两态, j 为探测光和激发光. $k_{ij} = \gamma_{ij}I_j$, 其中 I_j 为光强, γ_{ij} 为光反应常数, $\gamma_{ij} = \sigma_{ij}\phi_i/h\nu_j$, h 为普朗克常数, ϕ_i 为量子产率, ν_j 为频率, σ_{ij} 为分子吸收截面.沿 φ 方向的分子对探测

光和激发光的吸收截面为^[2, 3]

$$\sigma_{i\text{probe}}(\varphi) = \sigma_{i\text{probe}}^{\parallel} \cos^2(\varphi - \alpha) + \sigma_{i\text{probe}}^{\perp} \sin^2(\varphi - \alpha), \quad (2)$$

$$\sigma_{i\text{pump}}(\varphi) = \sigma_{i\text{pump}}^{\parallel} \cos^2\varphi + \sigma_{i\text{pump}}^{\perp} \sin^2\varphi, \quad (3)$$

其中 $\sigma_{i\text{probe}}^{\parallel}, \sigma_{i\text{pump}}^{\parallel}$ 分别为平行于探测光和激发光偏振方向的吸收截面, $\sigma_{i\text{probe}}^{\perp}, \sigma_{i\text{pump}}^{\perp}$ 分别为垂直于探测光和激发光偏振方向的吸收截面.考虑到无色态在可见光区域的吸收很小,可以忽略 $\sigma_{2\text{probe}}^{\parallel}, \sigma_{2\text{probe}}^{\perp}, \sigma_{2\text{pump}}^{\parallel}, \sigma_{2\text{pump}}^{\perp}$.将方程(2)和(3)代入光反应常数表达式,可得

$$\gamma_{1\text{probe}}(\varphi) = \gamma_{1\text{probe}}^{\parallel} \cos^2(\varphi - \alpha) + \gamma_{1\text{probe}}^{\perp} \sin^2(\varphi - \alpha), \quad (4)$$

$$\gamma_{1\text{pump}}(\varphi) = \gamma_{1\text{pump}}^{\parallel} \cos^2\varphi + \gamma_{1\text{pump}}^{\perp} \sin^2\varphi, \quad (5)$$

其中 $\gamma_{1\text{probe}}^{\parallel}, \gamma_{1\text{probe}}^{\perp}, \gamma_{1\text{pump}}^{\parallel}, \gamma_{1\text{pump}}^{\perp}$ 分别是与吸收截面分量对应的光反应常数分量.

将方程(4)(5)代入方程(1),可得沿 φ 方向的呈色态分子数随时间变化的表达式

$$\begin{aligned} \frac{\partial N_1(\varphi, t)}{\partial t} = & - \{ \gamma_{1\text{probe}}^{\parallel} \cos^2(\varphi - \alpha) + \gamma_{1\text{probe}}^{\perp} \sin^2(\varphi - \alpha) \} I_{\text{probe}} \\ & + \{ \gamma_{1\text{pump}}^{\parallel} \cos^2\varphi + \gamma_{1\text{pump}}^{\perp} \sin^2\varphi \} I_{\text{pump}} \} N_1(\varphi, t). \end{aligned} \quad (6)$$

根据文献[3]可得光诱导二向色性 ΔD 及光致双折射 Δn 随时间变化方程

$$\begin{aligned} \Delta D(t) = & \frac{dh\nu_{\text{probe}}}{\ln 10} \left(\frac{\gamma_{1\text{probe}}^{\perp}}{\phi_1} - \frac{\gamma_{1\text{probe}}^{\parallel}}{\phi_1} \right) \int_0^{2\pi} N_1(\varphi, t) \\ & \times (\cos^2\varphi - \sin^2\varphi) d\varphi, \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Delta n(t) = & (n_1 - n_2) \int_0^{2\pi} N_1(\varphi, t) [|\cos\varphi| \\ & - |\sin\varphi|] d\varphi, \end{aligned} \quad (8)$$

其中 ϕ_1 为 1 态量子产率, d 为样品厚度, $n_1 - n_2$ 为 1, 2 两态折射率差, $N_1(\varphi, t)$ 由方程(6)确定.

利用方程(6)~(8)进行数值计算,可以得到二芳基乙烯中呈色态分子数密度、光致二向色性及光致双折射随时间变化曲线.

实验中,采用正交偏振检测方法测量材料的光致各向异性.经过 P_1 -sample- P_2 系统后,探测光透过率随时间的变化关系为^[2]

$$\begin{aligned} T(t) = & \sin^2(2\alpha) \exp \left(- \frac{\ln 10}{2} [D_{\perp}(t) + D_{\parallel}(t)] \right) \\ & \times \left(\sinh^2 \left[\frac{\ln 10}{4} \Delta D(t) \right] + \sin^2 \left[\frac{\pi d}{\lambda} \Delta n(t) \right] \right), \end{aligned} \quad (9)$$

其中 $\Delta X(t)$ 和 $\Delta n(t)$ 由方程 (7) 和 (8) 给出. 根据文献 [18], 可以得到

$$D_{\perp}(t) + D_{\parallel}(t) = \frac{dh\nu_{\text{probe}}}{\ln 10} \left(\frac{\gamma_{\perp}^{\text{probe}}}{\phi_1} + \frac{\gamma_{\parallel}^{\text{probe}}}{\phi_1} \right) \int_0^{2\pi} N_1(\varphi, t) d\varphi. \quad (10)$$

将方程 (10) 代入 (9), 可以得到探测光透过率随时间的变化关系

$$T(t) = \sin^2(2\alpha) \exp\left(-\frac{dh\nu_{\text{probe}}}{2} \left(\frac{\gamma_{\perp}^{\text{probe}}}{\phi_1} + \frac{\gamma_{\parallel}^{\text{probe}}}{\phi_1} \right) \int_0^{2\pi} N_1(\varphi, t) d\varphi\right) \times \left(\sinh^2\left[\frac{\ln 10}{4} \Delta X(t)\right] + \sin^2\left[\frac{\pi d}{\lambda} \Delta n(t)\right] \right). \quad (11)$$

3. 计算结果与分析

在以下的数值计算中, 我们取 $\lambda_{\text{pump}} = 650 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{probe}} = 488 \text{ nm}$, $\alpha = 45^\circ$, $N_0 = 3.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, $d = 5 \mu\text{m}$, $\phi_1 = 0.005$, $I_{\text{pump}} = 884 \text{ mW/cm}^2$, $I_{\text{probe}} = 17.6 \text{ mW/cm}^2$. 实验测得 $\gamma_{\parallel}^{\text{probe}} = 1.13 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{mJ}$, $\gamma_{\perp}^{\text{probe}} = 2.3 \times 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{mJ}$, $\gamma_{\parallel}^{\text{pump}} = 1.16 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{mJ}$, $\gamma_{\perp}^{\text{pump}} = 5.8 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{mJ}$, $n_1 - n_2 = 1.4 \times 10^{-3}$.

3.1. 分子数密度的动态变化

根据方程 (6) 进行数值计算, 得到归一化呈色态分子数密度随角度 φ 的变化曲线如图 2 所示. 可以看出: 在 $t = 0$ 时, $N_1/N_0 = 1$, 所有的分子处于呈色态. 在 $t = 50 \text{ s}$ 时, $\varphi = \pi/2, 3\pi/2$ 方向分子数密度几乎没有变化, 说明在这些方向分子不容易吸收光子发生异构化, 其他方向的呈色态分子数密度都有所下降. 与激发光偏振方向相同的 $\varphi = 0, \pi, 2\pi$ 方向, 呈色态分子数下降最快, $N_1/N_0 = 0.6$. 当 $t = 300 \text{ s}$ 时, $\varphi = \pi/2, 3\pi/2$ 方向, $N_1/N_0 = 0.995$, 分子数密度变化很小, 而在 $\varphi = 0, \pi, 2\pi$ 方向的分子吸收光子首先达到饱和, $N_1/N_0 = 0.05$, 此时平行和垂直于激发光偏振的两个正交方向上, 光致异构化差别最大. 当 $t > 300 \text{ s}$ 时, $\varphi = \pi/2, 3\pi/2$ 方向分子数密度下降幅度增加, $\varphi = 0, \pi, 2\pi$ 方向分子数密度下降变慢, 其他方向分子继续吸收光子相继达到饱和. $t = 1000 \text{ s}$ 时, $\varphi = \pi/2, 3\pi/2$ 方向, $N_1/N_0 = 0.97$, 同时在 $0 < \varphi < \pi/3$, $2\pi/3 < \varphi < 4\pi/3$, $5\pi/3 < \varphi < 2\pi$ 范围内的分子吸收光子都达到饱和, 材料中分子光异构化的方向选择性减弱.

图 3 为不同激发光强下, 由方程 (6) 计算得到的

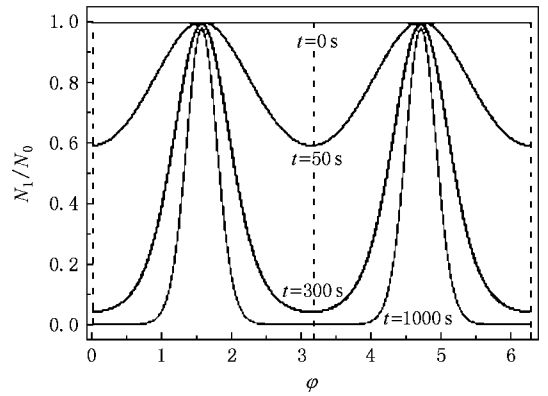


图 2 归一化呈色态分子数密度随分子偶极矩取向 φ 的变化曲线 (实线为不同时刻理论计算曲线, 虚线表示与激发光偏振方向平行的方向)

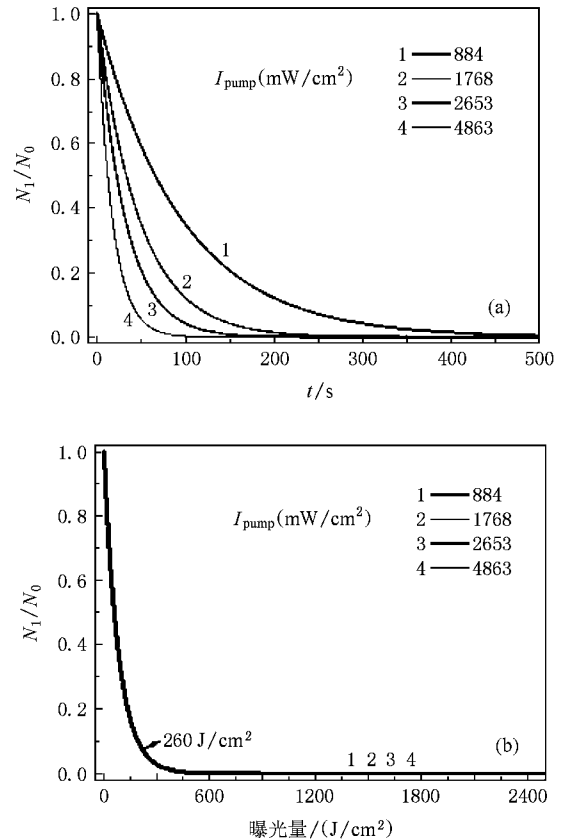


图 3 归一化呈色态分子数密度动态变化理论计算曲线. 不同激发光强时, 归一化分子数密度 (a) 随时间和 (b) 随曝光量的变化曲线

归一化呈色态分子数密度随时间和曝光量的变化曲线. 由图 3(a) 可以看出, 在不同的激发光强下, 呈色态分子数密度的变化趋势相同. 随着时间的增加, 分子数密度不断下降直到饱和. 激发光强越大, 分子数

密度随时间下降越快,达到饱和的时间越短.图3(b)为归一化的分子数密度随曝光量的变化曲线,可以看出,对于不同的激发光强,所有的曲线重合,说明二芳基乙烯是曝光量依赖型材料.定义呈色态分子下降为总分子数的5%时,激发光的曝光量为最佳曝光量,可以计算出最佳曝光量为 260 J/cm^2 .

3.2. 光致二向色性的动态变化

根据(7)式,理论计算二芳基乙烯在 488 nm 波长处光致二向色性的动态变化曲线如图4所示.图4(a)给出了不同激发光强下,光致二向色性随时间的变化曲线.对于不同的激发光强,光致二向色性随时间的变化趋势相同,先快速增加到最大值,然后缓慢降低.激发光强越小,到达最大值的时间越长.不同的激发光强,光致二向色性最大值相同,为 0.015 .图4(b)给出了二向色性随曝光量的变化曲线,对于不同激发光强,二向色性随曝光量变化曲线重合.当曝光量达到最佳值 260 J/cm^2 时,二向色性达到最大值,随着曝光量继续增加,二向色性缓慢减小.

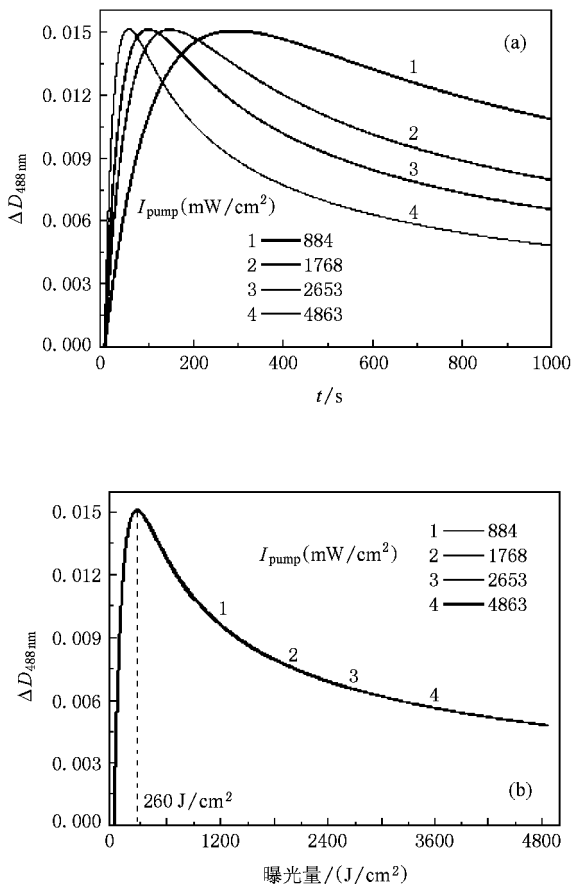


图4 光致二向色性动态变化理论计算结果.不同激发光强时,光致二向色性 (a)随时间和(b)随曝光量的变化曲线

3.3. 光致双折射的动态变化

根据(8)式,理论计算在 488 nm 波长处二芳基乙烯光致双折射的动态变化曲线如图5所示.图5(a)为在不同的激发光强下,光致双折射随时间的变化曲线.不同激发光强时,曲线变化趋势相同,先迅速增加到最大值,然后缓慢降低.激发光强越小,到达最大值的时间越长.不同激发光强诱导光致双折射的最大值相同,为 1.62×10^{-3} .图5(b)给出了光致双折射随曝光量的变化,对于不同激发光强,光致双折射随曝光量变化曲线重合.当激发光曝光量达到 260 J/cm^2 时,光致双折射达到最大值.

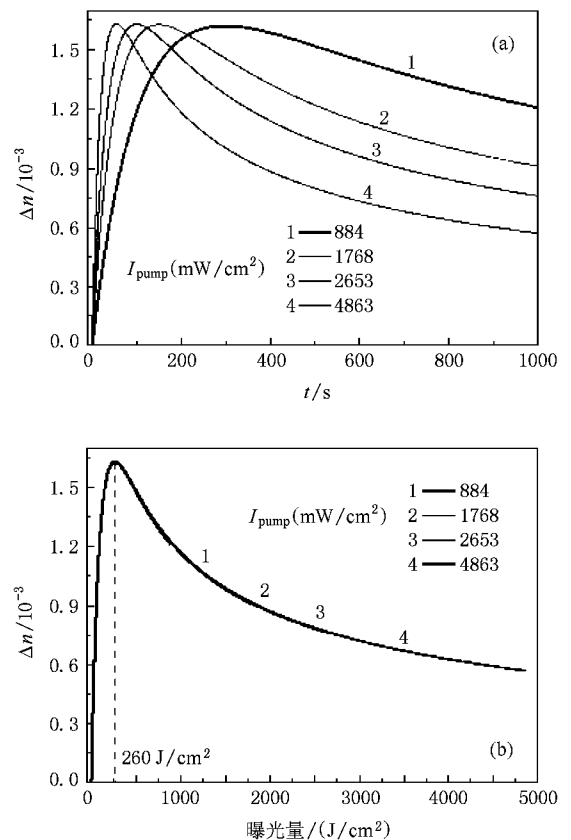


图5 光致双折射动态变化的理论计算结果.不同激发光强时,光致双折射 (a)随时间和(b)随曝光量的变化曲线

二芳基乙烯中光致各向异性随激发光曝光量的变化特性可以解释为:当激发光打开时,二芳基乙烯分子开始吸收光子产生异构化,平行和垂直于激发光偏振的两个正交方向上,分子异构化程度出现明显差异,导致材料的吸收和折射率在两正交方向上不同.这种差异随曝光量的增加而变大,结果材料中光致各向异性不断增加.当激发曝光量达到最佳值,

平行方向的分子吸收光子最先达到饱和,此时在两个正交方向上的光异构化差异最大,光致各向异性达到最大值.随着曝光量的继续增加,其他方向分子继续吸收光子相继达到饱和,而且垂直方向的分子发生异构化程度增加,材料中光异构化的方向选择性减弱,因而光致各项异性随曝光量的继续增加不断降低.

4. 实验结果与分析

4.1. 实验方法

实验使用的材料为中科院理化所制备的二芳基乙烯/PMMA 薄膜,在显微镜下测量厚度约 $5 \mu\text{m}$,该薄膜在紫外光照射下发生闭环反应生成呈色态(吸收峰在 622 nm),显蓝绿色.呈色态在红光照射下发生开环反应再返回无色态.我们用 650 nm 作为激发光, 488 nm 作为探测光.

利用正交偏振检测法测量二芳基乙烯光致各向异性,实验装置如图 6 所示. 650 nm 半导体激光器为激发光源,垂直线偏振.氙离子激光器为探测光源,输出波长 488 nm ,垂直线偏振. P_1 和 P_2 为偏振片,其透光方向与水平方向的夹角分别为 45° 和 135° .二芳基乙烯样品放于两正交偏振片之间,在样品上,激发光与探测光偏振方向的夹角 $\alpha = 45^\circ$. S 为快门, ND_1 , ND_2 为连续衰减片; D 为功率计,与计算机相连.

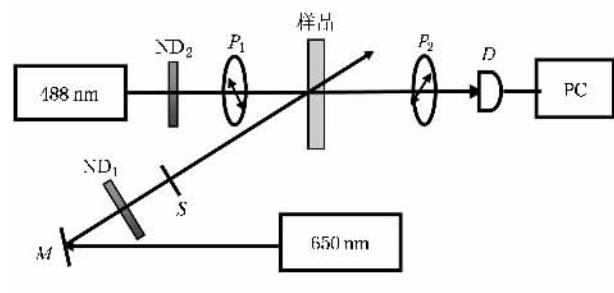


图 6 测量二芳基乙烯光诱导各向异性实验装置图

4.2. 实验结果及分析

利用图 6 实验装置,测量了不同激发光强时,探测光透过率的动态特性,如图 7(a)所示.可以看出,不同激发光强时,探测光透过率随时间变化趋势相同,先迅速增加到最大值,然后缓慢降低.激发光强越小,透过率到达最大值的时间越长,不同激发光强透过率最大值基本保持不变,约为 0.3% .利用(11)式进行理论计算,得到在不同的激发光强下,探测光

透过率随时间变化的结果如图 7(b)所示,理论计算与实验结果基本一致.图 7(c)为不同激发光强时,探测光透过率随曝光量变化的理论与实验曲线比较,可以看出,理论和实验结果基本符合.实验得到最佳曝光量为 280 J/cm^2 ,与理论计算基本一致.

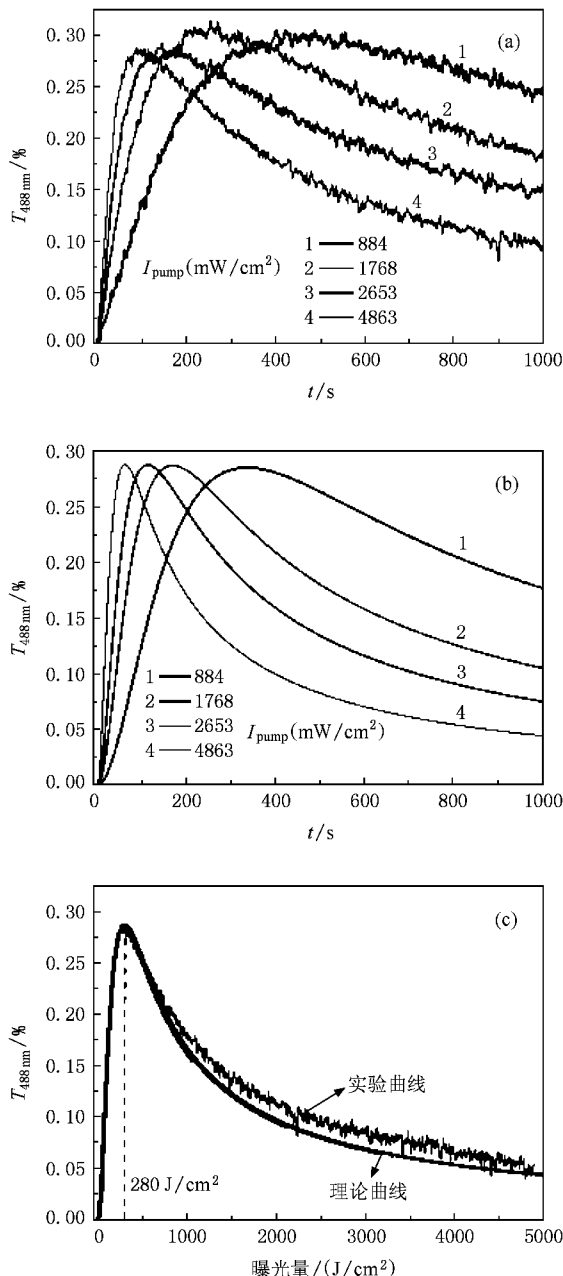


图 7 不同激发光强时,探测光透过率动态变化曲线 (a) 实验测量曲线 (b) 理论计算曲线 (c) 透过率随曝光量变化的理论和实验曲线比较

5. 结 论

我们建立了二芳基乙烯光致各向异性动态变化

的理论模型,计算了在线偏振光激发下,二芳基乙烯材料中呈色态分子数密度、光致二向色性和光致双折射随时间及曝光量的变化曲线,并用正交偏振检测方法进行了实验测量,理论计算与实验结果基本相符.理论计算结果不仅可以帮助我们更好地理解

光致各向异性产生的机理和动态变化过程,还可以帮助我们选择最佳记录参数,对光致各向异性进行更好的控制和应用,比如利用二芳基乙烯进行图像处理.根据理论计算的最佳激发曝光量,可以获得最大的二向色性和双折射,从而得到最佳的图像显示.

- [1] Korchemskaya E , Stepanchikov D , Druzhenko A B , Dyukov T V 1999 *J. Biol. Phys.* **24** 201
- [2] Korchemskaya E , Stepanchikov D , Dyukova T V 2000 *Opt. Mat.* **14** 185
- [3] Huang Y H , Siganakis G , Moharam M G , Wu S T 2004 *Appl. Phys. Lett.* **85** 5445
- [4] Liang J C , Wang X S , Luo D B , She W L , Wu S Z , Zeng F , Tang T , Yao S L 2004 *Acta Phys. Sin.* **53** 3596 (in Chinese) [梁检初、王晓生、罗锻斌、余卫龙、吴水珠、曾 钊、唐 天、姚胜兰 2004 物理学报 **53** 3596]
- [5] Qi S W , Yang X Q , Chen K , Zhang C P , Zhang L S , Wang X Y , Xu T , Liu Y L , Zhang G Y 2005 *Acta Phys. Sin.* **54** 3189 (in Chinese) [祁胜文、杨秀芹、陈 宽、张春平、张连顺、王新宇、许 棠、刘永亮、张光寅 2005 物理学报 **54** 3189]
- [6] Deng L G , Luo L Y 2007 *Acta Phys. Sin.* **56** 1480 (in Chinese) [邓罗根、罗丽媛 2007 物理学报 **56** 1480]
- [7] Wu P F , Rao D V G L N , Kimball B R , Nakashima M , DeCristofano B S 2002 *Appl. Phys. Lett.* **81** 3388
- [8] Wang H , Huang Y P , Liu Z G , Zhao F L , Lin , W Z , Wang J , Liang Z X 2003 *Appl. Phys. Lett.* **82** 3394
- [9] Yang M , Si J H , Wang Y X , Li C F 1995 *Acta Phys. Sin.* **44** 419 (in Chinese) [杨 森、司金海、王玉晓、李淳飞 1995 物理学报 **44** 419]
- [10] Ren Z W , Yao B L , Menke N , Wang Y L , Zheng Y , Lei M , Chen G F 2005 *Acta Phys. Sin.* **54** 2699 (in Chinese) [任志伟、姚保利、门克内木乐、王英利、郑 媛、雷 铭、陈国夫 2005 物理学报 **54** 2699]
- [11] Menke N , Yao B L , Wang Y L , Zheng Y , Lei M , Ren L Y , Chen G F 2006 *J. Opt. Soc. Am. A* **23** 267
- [12] Wei L , Luo J , Zhu J , Lu M , Zhao Y Y 2007 *Appl. Phys. Lett.* **90** 73902-1
- [13] Huang Y H , Siganakis G , Jim Moharam M G , Wu S T 2004 *Opt. Lett.* **29** 1933
- [14] Chen G Y , Zhang C P , Guo Z X , Wang X Y , Tian J G 2005 *J. Appl. Phys.* **98** 044504
- [15] McKenna E , Xue J , Verdoni A 2004 *J. Opt. Soc. Am. B* **21** 1294
- [16] Zheng Y , Yao B L , Wang Y L 2003 *Science in China (Series G)* **46** 1
- [17] Hampp N , Thorsten J 2004 *Opt. Lett.* **29** 2911
- [18] Huang T , Wagner K 1992 *SPIE Proc.* **1774** 160
- [19] Tkachenko N V , Savransky V V , Sharonov Y 1989 *Eur. Biophys. J.* **17** 131
- [20] Irie M 2000 *Chem. Rev.* **100** 1685
- [21] Tsujioka T , Kondo H 2003 *Appl. Phys. Lett.* **83** 937
- [22] Yao B L , Wang Y L , Menke N , Lei M , Ren L Y , Pu S Z 2006 *SPIE Proc.* **6343** 63432Z
- [23] Ishitobi H , Sekkat Z , Kawata S 1999 *SPIE Proc.* **3740** 545
- [24] Cattaneo S , Lecomte S , Bosshard C , Montemezzani G , Gunter P 2002 *J. Opt. Soc. Am. B* **19** 2032

Dynamic properties of photoinduced anisotropy of diarylethene^{*}

Chen Li-Ju^{1,2)} Yao Bao-Li^{1)†} Han Jun-He¹⁾ Gao Peng¹⁾

Chen Yi³⁾ Wang Ying-Li¹⁾ Lei Ming¹⁾

1) *State Key Laboratory of Transient Optics and Photonics, Xi'an Institute of Optics and Precision Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710119, China*

2) *Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*

3) *Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China*

(Received 6 December 2007 ; revised manuscript received 23 January 2008)

Abstract

A theoretical model has been put forward to describe the dynamic properties of photoinduced anisotropy in photochromic diarylethene/PMMA film. The kinetic curves of molecule concentration, photoinduced dichroism and birefringence are calculated under the condition of excitation by linearly polarized light. The results show that the color molecule concentration decreases with the increase of the excitation exposure until the saturation point is reached. The photoinduced anisotropy increases to a maximum and then decreases with the exposure increasing. The optimal exposure is 260 J/cm^2 . Using the orthogonal polarization detection, the transmittance of probe beam reflecting the anisotropy is measured. The experimental result and the theoretical calculation are essentially consistent.

Keywords : photoinduced anisotropy, diarylethene, dynamic property, optimal exposure

PACC : 4225J, 4230D, 4240F, 4240M

^{*} Project supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant Nos. 60337020 and 60678023).

[†] Corresponding author. E-mail : yaobl@opt.ac.cn