

# 双色光光伏空间孤子的形成条件及其应用\*

王晓生 余卫龙†

(中山大学光电材料与技术国家重点实验室, 广州 510275)

(2001 年 10 月 28 日收到 2002 年 7 月 17 日收到修改稿)

以折射率改变为正的光伏晶体为例, 讨论在其中形成双色光光伏空间孤子的条件. 一般而言, 在满足上述条件的情况下, 双色光可以形成双色光亮孤子、双色光暗孤子、一亮一暗孤子. 对于一个波长的光( $\text{ray}_2$ )单独不能形成亮孤子(它的 Glass 系数与背景光的 Glass 系数之比  $R_2$  小于 1)的情况, 如果再加上一束另一个波长的光( $\text{ray}_1$ ), 且其 Glass 系数与背景光的 Glass 系数之比  $R_1$  大于 1, 则在一定条件下, 这个双色光中两个颜色的光可以都形成亮孤子. 还讨论了  $\text{ray}_1$  的光强对孤子宽度的影响.

关键词: 双色光, 光伏, 空间孤子, 全光开关

PACC: 4265S, 4265J

## 1. 引 言

光学空间孤子是指光在传播过程中, 其衍射被抵消而产生的一种能量不扩散的传播状态. 光束形成空间孤子时, 其横截面上的光强分布在传播过程中保持不变. 近 10 年来, 光学空间孤子的研究主要集中在光折变空间孤子方面. 光折变空间孤子利用光折变非线性效应产生的自聚焦抵消光束的衍射. 它以其可以在很低的功率<sup>[1]</sup>下产生以及可以形成稳态或准稳态的二维孤子<sup>[1-3]</sup>等特点受到人们的普遍重视. 现已发现的光折变空间孤子有三种基本的类型: 准稳态孤子<sup>[1, 4-8]</sup>、屏蔽孤子<sup>[2, 9-11]</sup>及光伏孤子<sup>[3, 12-16]</sup>. 在上述三种基本的孤子类型中, 光伏孤子与其他两种不同. 它的形成不需要外加电场, 只需要所用的光折变晶体有足够强的光伏效应, 这就提供了一种全光控制的可能. 光伏孤子是稳定的, 可以是一维或二维的. 最近的研究表明, 在光伏孤子的形成过程中, 背景光的光伏效应不可忽略<sup>[17-19]</sup>. 在光伏晶体上加电场可以形成屏蔽-光伏孤子<sup>[20-25]</sup>. 孤子之间可以发生碰撞或者相互作用<sup>[26-32]</sup>, 并出现一些奇特的现象. 孤子也可以形成所谓的孤子对<sup>[23, 33-35]</sup>. 形成孤子的光束可以是空间相干

的<sup>[1-11]</sup>, 也可以是空间非相干的<sup>[36-38]</sup>, 或者是部分空间非相干的<sup>[39-41]</sup>. 形成孤子的光束一般是单色的, 也可以是复色的<sup>[42]</sup>, 甚至是白光<sup>[36]</sup>. 根据复色光光伏空间孤子理论<sup>[42]</sup>, 在光伏晶体中, 一束具有两个颜色的光, 不同颜色的光成分相互作用可以分别形成孤子. 本文以折射率改变为正的光伏晶体为例, 讨论这种双色光空间孤子的形成条件. 说明在光伏晶体中可以形成亮亮双色光孤子、暗暗双色光孤子和亮暗双色光孤子. 同时证明, 对于一个波长的光( $\text{ray}_2$ )单独无法形成亮孤子(它的 Glass 系数与背景光的 Glass 系数之比  $R_2$  小于 1<sup>[17, 18]</sup>)的情况, 如果加上另一个波长的光( $\text{ray}_1$ )且其 Glass 系数与背景光的 Glass 系数之比  $R_1$  大于 1, 则在一定条件下, 这个双色光中两个颜色的光可以都形成亮孤子. 这种情况提供了一种光控光的新方案: 不加  $\text{ray}_1$  时  $\text{ray}_2$  无法形成亮孤子, 加入  $\text{ray}_1$  后  $\text{ray}_2$  形成亮孤子, 即利用  $\text{ray}_1$  来控制  $\text{ray}_2$ . 本文还讨论了  $\text{ray}_1$  的峰值光强变化对双色光孤子宽度的影响, 给出的计算结果可供实验验证.

## 2. 双色光光伏空间亮孤子的形成条件分析

在光伏空间孤子的实验中, 除了信号光束  $I_s$

\* 国家自然科学基金(批准号: 10074082), 国家教育部科学技术重点项目基金(批准号: 99197)及广东省自然科学基金(批准号: 001192 和 980359)资助的课题.

† 通讯作者.

外,一般都加上一束相对  $I_s$  而言均匀的背景光  $I_b$ .  $I_s$  通常为 e 光,  $I_b$  为 o 光. 一般情况下,背景光的光伏效应不可忽略. 根据复色光空间孤子理论<sup>[42]</sup>,外电路开路情况下晶体中的空间电荷场无量纲化为

$$E = - \frac{R_1 u_1^2 + R_2 u_2^2 + 1}{u_1^2 + u_2^2 + 1}, \quad (1)$$

其中  $E = E_{sc}/E_p$ ,  $E_p = \kappa_{eff}^0 \gamma n_e N_d^i(\mu)$ ,  $R_1 = \kappa_{eff}^e / \kappa_{eff}^o$ ,  $R_2 = \kappa_{eff2}^e / \kappa_{eff}^o$ ,  $u_1^2 = S_{s1} I_{s1}(\xi)(S_b I_b)$ ,  $u_2^2 = S_{s2} I_{s2}(\xi)(S_b I_b)$ ,  $\xi = x/d_1$ ,  $d_1 = (\pm k_1^2 n_{bl}^2 r_{eff} E_p)^{-1/2}$  为无量纲常数,  $E_{sc}$  为空间电荷场,  $\kappa_{effj}^e$  和  $\kappa_{effj}^o$  ( $j = 1, 2$  下同) 分别为晶体对信号光和背景光的有效 Glass 常数,  $I_{sj}$ ,  $I_b$  为信号光及背景光光强,  $S_{sj}$ ,  $S_b$  为晶体对这两种光的吸收截面,  $n_e$  为电子数密度,  $N_d^i$  为已电离的施主密度,  $\gamma$  为复合率系数,  $\mu$  为电子迁移率,  $-q$  为电子的电量,  $k_1$  为其中一个颜色的信号光成分 (ray1) 的圆波数,  $k_2$  为另一个颜色的信号光成分 (ray2) 的圆波数,  $r_{eff}$  为 ray1 的线性电光系数,  $n_{bl}$  为 ray1 的本底折射率.

同时可以得到无量纲化的孤子方程组为

$$\frac{\partial^2 u_1(\xi)}{\partial \xi^2} = \pm u_1(\xi) \left[ \delta_1 - \frac{(R_1 u_1^2 + R_2 u_2^2 + 1)}{(u_1^2 + u_2^2 + 1)} \right], \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 u_2(\xi)}{\partial \xi^2} = \pm \eta u_2(\xi) \left[ \delta_2 - \frac{(R_1 u_1^2 + R_2 u_2^2 + 1)}{(u_1^2 + u_2^2 + 1)} \right], \quad (3)$$

其中  $\delta_j = \Gamma_j/b_j$ ,  $\Gamma_j$  为孤子传播常数,  $b_j = 0.5 k_j n_{bj}^2 r_{eff} E_p$ ,  $\eta = (k_1^2 n_{b1}^2 r_{eff} E_p)(k_2^2 n_{b2}^2 r_{eff2} E_p)$ . 当晶体的折射率改变为正时,方程等号右边取正号;当晶体的折射率改变为负时,方程等号右边取负号.

在光折变晶体中,空间电荷场通过线性电光效应引起的折射率变化为  $\Delta n = -0.5 n_b^3 r_{eff} E_{sc}$ . 光折变空间孤子正是利用这种非线性效应来抵消光束传播过程中的衍射:与光强相关的空间电荷场引起晶体折射率变化,这种折射率变化在晶体中形成一个自聚焦型的折射率透镜(光束中心的折射率变化应大于光束边缘的折射率变化),并利用折射率透镜对光束的自聚焦来抵消光束的衍射.换言之,要在晶体中形成孤子必须要求晶体中的光致折射率变化产生的折射率透镜是聚焦型的.

在折射率改变为正的晶体中,利用(1)式可知

$\Delta n_j \propto (R_1 u_1^2 + R_2 u_2^2 + 1)(u_1^2 + u_2^2 + 1)$ . 如果光折变晶体中形成聚焦型的折射率变化,这时有  $\Delta n_j(0) > \Delta n_j(\infty)$ ,亦即

$$[R_1 u_1^2(0) + R_2 u_2^2(0) + 1][u_1^2(0) + u_2^2(0) + 1] > [R_1 u_1^2(\infty) + R_2 u_2^2(\infty) + 1][u_1^2(\infty) + u_2^2(\infty) + 1]. \quad (4)$$

(4)式其实是在折射率改变为正的光伏晶体中产生光伏孤子的必要条件,即形成孤子时(4)式一定成立.(4)式成立并不代表一定可以形成孤子.但是,一般而言,由于  $u_1, u_2$  的分布除了要满足边界条件外,其分布形式较为灵活.在满足(4)式的情况下,一般总可以找到  $u_1, u_2$  的分布,使 ray1, ray2 形成空间孤子.可以通过下面的计算来验证这个想法.

## 2.1. 双色光亮孤子

要形成双色光亮孤子,要求

$$[R_1 u_1^2(0) + R_2 u_2^2(0) + 1][u_1^2(0) + u_2^2(0) + 1] > 1. \quad (5)$$

反过来,只要满足(5)式,则有可能找到  $u_1, u_2$  的分布,使 ray1, ray2 形成空间亮孤子.本文重点讨论这种形成双亮孤子的情况.

由(5)式可以知道,如果  $R_1, R_2 > 1$ , ray1 和 ray2 都能形成亮孤子,这种情况已在文献[42]图1中计算过.如果  $R_1, R_2 < 1$ ,则不论  $u_1(0)$  和  $u_2(0)$  为多少,都无法使(5)式成立.对于  $R_1 < 1, R_2 > 1$  或  $R_1 > 1, R_2 < 1$  的情况,则只要  $u_1(0)$  和  $u_2(0)$  取适当的值,可以保证(5)式成立,双色光双双形成亮孤子.下面就计算这种情况.取  $R_1 = 1.2, R_2 = 0.5, \eta = 1.6815, u_1(0) = 3.0, u_2(0) = 0.8$ ,由数值解法可以算出孤子解,如图1所示.此时,  $u_1$  的无量纲化半高宽为 8.064,  $u_2$  的无量纲化半高宽为 7.336.其他参数不变的情况下,  $u_1, u_2$  的无量纲化半高宽随  $u_1(0)$  取值的变化如图2所示.从图2可以看出,随着  $u_1(0)$  值变小,(5)式大于号左边接近1,此时  $u_1, u_2$  的孤子宽度迅速增大;但是  $u_1(0)$  值也不是越大越好,而是在  $u_1(0)$  值约为 3.1 时孤子宽度最窄.

这组计算数据同时可供实验验证用.文献[3]所用的晶体 A88 o 光与 488 e 光的 Glass 系数之比可以达到 0.4.我们利用伏安法对一块 Cu:KNSBN 晶体(折射率改变为正)进行 Glass 系数的测量,发现如果利用波长为 632.8nm(氦氖光)的 o 光作为背景光,波长为 514.5nm(绿光)的 e 光作为信号光 ray1,取波

长为 632.8nm( 氦氖光 ) 的 e 光作为信号光 ray2 , 此时  $R_1$  约为 1.2 ,  $R_2$  约为 0.8 . 实验中发现 , 由于生长条件不同 , Cu :KNSBN 晶体 Glass 系数对波长的依赖关系较复杂 , 这方面的研究结果将另文报道 .

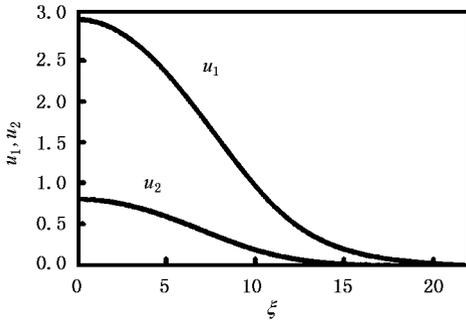


图1 双色光亮孤子数值解  $R_1 = 1.2, R_2 = 0.5, \eta = 1.6815$  ,  $u_1(0) = 3.0, u_2(0) = 0.8$  ,  $u_1$  的无量纲化半高宽为 8.064 ,  $u_2$  的无量纲化半高宽为 7.336

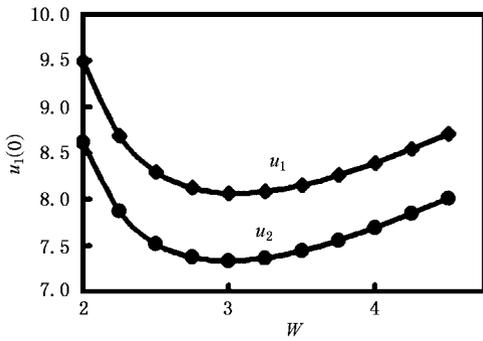
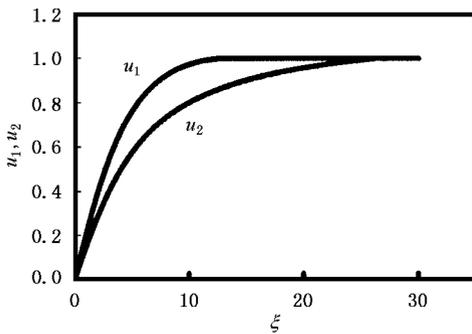


图2 双色光亮孤子半高宽 (W) 随  $u_1(0)$  变化的数据拟合曲线  
◆和●为计算结果



(a)  $R_1 = 0.8, R_2 = 0.85, \eta = 0.85, u_1(\infty) = 1.0, u_2(\infty) = 1.0$  ,  $u_1$  的无量纲化半高宽为 2.685 ,  $u_2$  的无量纲化半高宽为 4.035

### 2.2. 双色光暗孤子

要形成双色光暗孤子 , 要求

$$\begin{aligned} & [ R_1 u_1^2(\infty) + R_2 u_2^2(\infty) + 1 ] \\ & [ u_1^2(\infty) + u_2^2(\infty) + 1 ] < 1. \end{aligned} \quad (6)$$

如果  $R_1, R_2 < 1$  , 则不论  $u_1(\infty)$  和  $u_2(\infty)$  为多少 , 都能保证 (6) 式成立 ; 如果  $R_1, R_2 > 1$  , 则不论  $u_1(\infty)$  和  $u_2(\infty)$  为多少 , 都无法使 (6) 式成立 . 对于  $R_1 < 1, R_2 > 1$  的情况 , 只有  $u_1(\infty)$  和  $u_2(\infty)$  取适当的值 , 才能保证 (6) 式成立 . 对于  $R_1, R_2 < 1$  的情况 , 取  $R_1 = 0.8, R_2 = 0.85, \eta = 0.85, u_1(\infty) = 1.0, u_2(\infty) = 1.0$  , 由数值解法可以算出孤子解 , 如图 3(a) 所示 . 此时  $u_1$  的无量纲化半高宽为 2.685 ,  $u_2$  的无量纲化半高宽为 4.035 . 对于  $R_1 > 1, R_2 < 1$  的情况 , 我们取  $R_1 = 1.2, R_2 = 0.9, \eta = 1.15, u_1(\infty) = 1.0, u_2(\infty) = 2.0$  , 由数值解法可以算出孤子解 , 如图 3(b) 所示 . 此时  $u_1$  的无量纲化半高宽为 7.502 ,  $u_2$  的无量纲化半高宽为 6.624 .

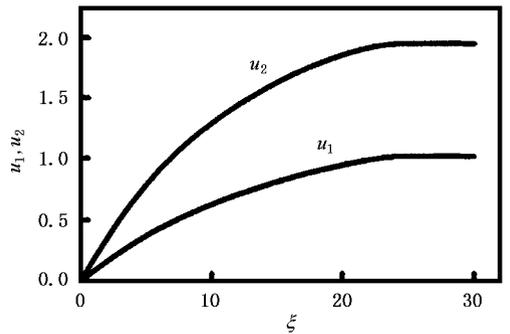
### 2.3. 一暗一亮孤子

要形成一暗一亮孤子 , 要求

$$\begin{aligned} & [ R_2 u_2^2(0) + 1 ] [ u_2^2(0) + 1 ] \\ & > [ R_1 u_1^2(\infty) + 1 ] [ u_1^2(\infty) + 1 ] \end{aligned} \quad (7)$$

或者

$$\begin{aligned} & [ R_1 u_1^2(0) + 1 ] [ u_1^2(0) + 1 ] \\ & > [ R_2 u_2^2(\infty) + 1 ] [ u_2^2(\infty) + 1 ]. \end{aligned} \quad (8)$$



(b)  $R_1 = 1.2, R_2 = 0.9, \eta = 1.15, u_1(\infty) = 1.0, u_2(\infty) = 2.0$  ,  $u_1$  的无量纲化半高宽为 7.502 ,  $u_2$  的无量纲化半高宽为 6.624

图3 双色光暗孤子数值解

不失一般性,取  $R_1 = 1.2$ ,  $R_2 = 0.5$ ,  $\eta = 1.6815$ ,  $u_1(0) = 2.0$  (亮孤子),  $u_2(\infty) = 1.0$  (暗孤子), 由数值解法可以算出孤子解, 如图 4 所示. 此时,  $u_1$  的无量纲化半高宽为 3.113,  $u_2$  的无量纲化半高宽为 0.710.

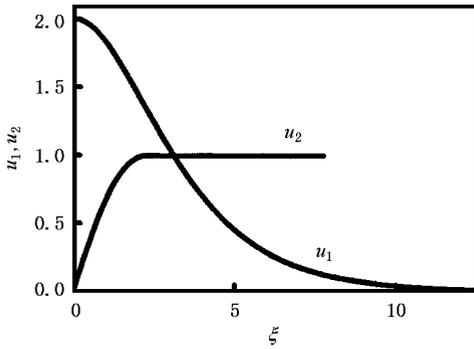


图 4 一暗一亮孤子数值解  $R_1 = 1.2$ ,  $R_2 = 0.5$ ,  $\eta = 1.6815$ ,  $u_1(0) = 2.0$  (亮孤子),  $u_2(\infty) = 1.0$  (暗孤子),  $u_1$  的无量纲化半高宽为 3.113,  $u_2$  的无量纲化半高宽为 0.710

### 3. 讨论

根据考虑了背景光光伏效应的单色光光伏空间孤子理论<sup>[17,18]</sup>, 我们知道, 在折射率改变为正的光伏晶体中, 要形成光伏亮孤子要求信号光与背景光的有效 Glass 系数之比大于 1 (注意文献 [17, 18] 中提到的是背景光与信号光的有效 Glass 系数之比, 与这里的情况正好相反); 对于信号光与背景光的有效 Glass 系数之比小于 1 的情况, 只能形成中间暗两边亮的暗孤子, 这种情况下若将中间亮两边暗的信号光束射进晶体, 则信号光光束将发生自散焦.

根据上面的分析及计算结果, 可以知道, 对于信号光 ray2 与背景光的有效 Glass 系数之比小于 1 的情况, 只要加入另一颜色的信号光 ray1 (信号光与背景光的有效 Glass 系数之比大于 1), 同时调节  $u_1$ ,  $u_2$  则可以使 ray1 和 ray2 都形成空间亮孤子. 亦即在适当的条件下, 挡住 ray1 时, ray2 无法形成亮孤子, 并且有些自散焦; 加入 ray1 则 ray2 形成亮孤子, 保持传播过程中能量不扩散. 它实际上是一种光控光的新方案, 即用 ray1 来控制 ray2, 这个过程具有全光开关效应.

在单色信号光及适当条件下, 开关背景光也可以控制信号光形成和不形成孤子. 但是, 当关闭背景光时, 晶体中自由电子数密度变小, 空间电荷场达到稳定的时间较长. 而在双色光的情况, 背景光始终存在, 晶体中自由电子数密度相对较大, 所以可以预料, 这种双色光情况的开关速度要比单色光的情况快. 理论分析的结果有待于实验的验证.

### 4. 结 论

本文以折射率改变为正的光伏晶体为例, 讨论在其中形成双色光光伏空间孤子的条件. 数值计算的结果表明在满足上述条件的情况下, 双色光可以形成双色光亮孤子、双色光暗孤子、一亮一暗孤子. 重点讨论了双色光亮孤子的情况, 证明对于一个波长的光 (ray2) 单独无法形成亮孤子 (它的 Glass 系数与背景光的 Glass 系数之比  $R_2$  小于 1) 的情况, 如果加入另一波长的光 (ray1), 且其 Glass 系数与背景光的 Glass 系数之比  $R_1$  大于 1, 则在适当条件下, 这个双色光中两个颜色的光可以都形成亮孤子. 这种情况提供了一种光控光的新方案.

[1] Duree G Jr, Shultz J L, Salamo G J, Segev M, Yariv A, Crosignani B, Porto P D, Sharp E J and Neurgaonkar R R 1993 *Phys. Rev. Lett.* **71** 533  
 [2] Shih M, Leach P, Segev M, Garrett M H, Salamo G and Valley G C 1996 *Opt. Lett.* **21** 324  
 [3] She W L, Lee K K and Lee W K 1999 *Phys. Rev. Lett.* **83** 3182  
 [4] Segev M, Crosignani B, Yariv A and Fischer B 1992 *Phys. Rev. Lett.* **68** 923  
 [5] Duree G, Morin M, Salama G, Segev M, Crosignani B, Porto P D, Sharp E and Yariv A 1995 *Phys. Rev. Lett.* **74** 1978

[6] Maufoy J, Fressengeas N, Wolfersberger D and Kugel G 1999 *Phys. Rev. E* **59** 6116  
 [7] She W L, Lee K K and Lee W K 2000 *Phys. Rev. Lett.* **85** 2498  
 [8] She W L et al 2001 *Acta Phys. Sin.* **50** 886 (in Chinese) 余卫龙等 2001 物理学报 **50** 886  
 [9] Segev M, Valley G C, Crosignani B, Porto P D and Yariv A 1994 *Phys. Rev. Lett.* **73** 3211  
 [10] Castillo M D I, Aguilar P A M, Sanchez-Mondragon J J, Stepanov S and Vysloukh V 1994 *Appl. Phys. Lett.* **64** 408  
 [11] Segev M, Shih M and Valley G C 1996 *J. Opt. Soc. Am. B* **13** 706

- [ 12 ] Valley G C , Segev M , Crosignani B , Yariv A , Fejer M M and Bashaw M C 1994 *Phys. Rev. A* **50** R4457
- [ 13 ] Taya M , Bashaw M C , Fejer M M , Segev M and Valley G C 1995 *Phys. Rev. A* **52** 3095
- [ 14 ] Chen Z , Segev M , Wilson D W , Muller R E and Maker P D 1997 *Phys. Rev. Lett.* **78** 2948
- [ 15 ] Taya M , Bashaw M C , Fejer M M , Segev M and Valley G C 1996 *Opt. Lett.* **21** 943
- [ 16 ] Segev M , Valley G C , Bashaw M C , Taya M and Fejer M M 1997 *J. Opt. Soc. Am. B* **14** 1772
- [ 17 ] She W L , Chan C W and Lee W K 2001 *Opt. Lett.* **26** 1093
- [ 18 ] She W L *et al* 2001 *Acta Phys. Sin.* **50** 2166 ( in Chinese ) 余卫龙等 2001 物理学报 **50** 2166 ]
- [ 19 ] Anastassiou C *et al* 1998 *Opt. Lett.* **23** 924
- [ 20 ] Liu J S *et al* 1998 *Acta Phys. Sin.* **47** 1509 ( in Chinese ) 刘劲松等 1998 物理学报 **47** 1509 ]
- [ 21 ] Liu J S *et al* 2001 *Acta Phys. Sin.* **50** 880 ( in Chinese ) 刘劲松等 2001 物理学报 **50** 880 ]
- [ 22 ] Lu K Q *et al* 1999 *Acta Phys. Sin.* **48** 2070 ( in Chinese ) 卢克清等 1999 物理学报 **48** 2070 ]
- [ 23 ] Hou C F *et al* 2000 *Acta Phys. Sin.* **49** 1969 ( in Chinese ) 侯春风等 2000 物理学报 **49** 1969 ]
- [ 24 ] Liu J S *et al* 2000 *Chin. Phys.* **9** 667
- [ 25 ] Liu J S *et al* 2001 *Chin. Phys.* **10** 1037
- [ 26 ] Shih M and Segev M 1996 *Opt. Lett.* **21** 1538
- [ 27 ] Krolikowski W and Holstrom S A 1997 *Opt. Lett.* **22** 369
- [ 28 ] Garcia-Quirino G S *et al* 1997 *Opt. Lett.* **22** 154
- [ 29 ] Krolikowski W , Akhmediev N and Luther-Davies B 1999 *Phys. Rev. E* **59** 4654
- [ 30 ] Anastassiou C *et al* 1999 *Phys. Rev. Lett.* **83** 2332
- [ 31 ] Shih M , Segev M and Salamo G 1997 *Phys. Rev. Lett.* **78** 2551
- [ 32 ] Stegeman G I and Segev M 1999 *Science* **286** 1518
- [ 33 ] Christodoulides D N , Singh S R and Carvalho M I 1996 *Appl. Phys. Lett.* **68** 1763
- [ 34 ] Chen Z *et al* 1996 *Opt. Lett.* **21** 1436
- [ 35 ] Chen Z *et al* 1996 *Opt. Lett.* **21** 1821
- [ 36 ] Mitchell M and Segev M 1997 *Nature* **387** 880
- [ 37 ] Christodoulides D N *et al* 1998 *Phys. Rev. Lett.* **80** 5113
- [ 38 ] Christodoulides D N , Coskun T H , Mitchell M and Segev M 1997 *Phys. Rev. Lett.* **78** 646
- [ 39 ] Chen Z , Mitchell M , Segev M , Coskun T H and Christodoulides D N 1998 *Science* **280** 889
- [ 40 ] Mitchell M , Chen Z , Shih M and Segev M 1996 *Phys. Rev. Lett.* **77** 490
- [ 41 ] Wang X S and She W L 2002 *Acta Phys. Sin.* **51** 573 ( in Chinese ) [ 王晓生、余卫龙 2002 物理学报 **51** 573 ]
- [ 42 ] Wang X S *et al* 2001 *Acta Phys. Sin.* **50** 496 ( in Chinese ) 王晓生等 2001 物理学报 **50** 496 ]

## The condition for forming a polychromatic light photovoltaic spatial soliton and its application<sup>\*</sup>

Wang Xiao-Sheng She Wei-Long

( State Key Laboratory of Optoelectronic Materials and Technologies ,  
Zhongshan University ,Guangzhou 510275 , China )

( Received 28 October 2001 ; revised manuscript received 17 July 2002 )

### Abstract

We discuss the conditions under which some polychromatic light photovoltaic spatial solitons can be formed in a photorefractive crystal with a positive perturbation refractive index. Generally, under these conditions we can form bright-bright, dark-dark and bright-dark polychromatic light photovoltaic spatial solitons in the crystal. In the case of bright-bright solitons, if we launch a monochromatic beam ( ray2, its effective Glass constant is less than that of the background ), bright soliton cannot be obtained. But if we add another monochromatic beam ( ray1, its effective Glass constant is larger than that of the background beam ), both ray1 and ray2 can form bright solitons under some condition. This gives a new way to control ray2 with ray1. It is shown that the width of bright-bright solitons can be modified by the peak intensity of ray1.

**Keywords** : photovoltaic , polychromatic light , spatial soliton , all light switch

**PACC** : 4265S, A265J

<sup>\*</sup> Project supported by the National Natural Science Foundation of China ( Grant No. 10074082 ), the Science Foundation from the Ministry of Education of China ( Grant No. 99197 ), and the Natural Science Foundation of Guangdong Province, China ( Grant Nos. 001192 and 980359 ).