

快速响应的光致折射率改变效应的实验研究*

杨立森¹⁾ 刘思敏²⁾ 张光寅²⁾ 许京军²⁾ 郭 儒²⁾
高垣梅²⁾ 黄春福²⁾ 陆 猗³⁾ 汪大云²⁾

¹⁾ 内蒙古师范大学物理系, 呼和浩特 010022)

²⁾ 南开大学物理学院, 天津 300071)

³⁾ 天津理工学院自动化系, 天津 300191)

(2002 年 12 月 16 日收到, 2003 年 3 月 31 日收到修改稿)

在 $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ 晶体薄片观察到快速响应 ($< 0.1\text{s}$) 各向同性、并具有信息存储功能的一种光致折射率改变效应。基于它的特征及其与光折变效应的区别, 初步讨论了产生该效应的物理机理。

关键词: 光致折射率改变效应, 光折变效应, 热释电效应

PACC: 4265, 5130, 5170

1. 引 言

自从上个世纪 60 年代在 LiNbO_3 和 LiTaO_3 晶体中发现了光折变效应以来^[1,2], 它已经引起了广泛的研究和关注。目前, 光折变非线性光学已发展成为当今非线性光学中的一个重要而活跃的分支。光折变效应是指适当波长的非均匀光辐照电光材料时, 会使光激发载流子进入导带或价带, 因扩散或漂移而迁移至暗区而被重新俘获。这样形成了与光强空间分布相对应的空间电荷的分布, 它又形成了相应的空间电荷场。这个空间电荷场又通过电光效应在晶体中产生了与入射光强的空间分布相对应的折射率变化。由于光折变效应需要光激发载流子的迁移和空间电荷的积累过程, 这个过程决定了光折变效应不会是瞬态的而只能是慢响应的过程。虽然光折变效应具有弱入射功率, 实时, 存储时间长, 晶体可循环使用等优点, 使其在光学信息处理, 实时全息术, 光通讯和三维存储器等方面具有诱人的应用前景。但对于某些要求快速响应的器件, 例如全光学开关, 光学限制器, 快速存储器等, 光折变的慢响应时间却是一个致命的弱点。另外, 光折变效应的各向异性对于图像处理也带来困难。为此, 多年来人们一直在寻求缩短其响应时间和克服其各向异性的有效途径。

人们早已知道, 在光折变晶体中同时存在着光生伏打效应^[3]、光热效应、热释电效应和光色效应^[4-17], 它们同样也会引起辐照区折射率的变化。但有关这些效应及其应用的研究和报道至今并不多见。应当看到, 由于这些效应不需要电荷的迁移和累积过程, 因而必然具有比光折变效应更为快速的响应。由于它们产生的 Δn 不依赖于晶轴的取向, 因而折射率变化是各向同性的而不是像光折变效应那样, 明显依赖于晶体的 c 轴或外加电场的取向。如果能够根据不同应用器件的要求, 利用光折变效应、光热效应、光色效应和热释电效应的不同特点, 取其所长, 避其所短, 就可以更加完善各种应用器件, 拓宽其应用范围。

本文在典型的光折变晶体 $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ 中, 实验观察了伴随着光折变效应产生的一种快速响应、各向同性、具有信息存储功能的非线性光学效应的现象和特点, 包括写入时间、存储性质, 对入射光偏振、光强及晶体 c 轴取向的依赖关系等, 以及它与光折变效应的关系。基于上述特点, 我们提出了一个初步的理论模型。

2. 实验观察

实验装置如图 1 所示。来自 YAG 倍频激光器的

* 国家自然科学基金(批准号: 60078013, 60278006, 60262001)和内蒙古自然科学基金(批准号: 20001301)资助的课题。

波长为 532nm 的激光束,通过快门 FD,空间滤波器 SP 扩束滤波后,经短焦距透镜 L_1 被会聚到 $\text{LiNbO}_3 : \text{Fe}$ 晶体片上,(晶体厚度约 1mm,掺铁浓度为 0.1wt%),在远场屏上观察晶体出射光束的空间频

谱分布.远场屏上的这种空间频谱分布图样随时间和晶体位置的变化,由 L_2 成像在 CCD 上.入射激光功率可通过衰减器来改变.

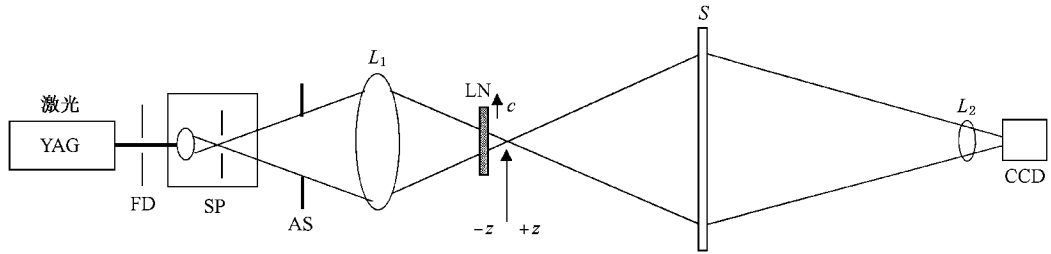


图1 实验装置图 FD,快门;SP,空间滤波器;AS,可调光栏; L_1 ,透镜($f=5\text{cm}$);LN, $\text{LiNbO}_3 : \text{Fe}$ 晶体; S ,毛玻璃屏; L_2 ,成像透镜

2.1. 稳定的衍射图样与晶体位置的关系

晶体位于透镜 L_1 的焦平面处时, $z=0$;晶体位于焦平面前时, $z<0$;晶体位于焦平面后时, $z>0$,见图1.

图2示出了当入射激光光功率约 3mW,入射激光偏振方向分别垂直于 c 轴(o 光)和平行于 c 轴(e 光)时,在远场屏上和 CCD 上观察和记录达到稳定后的 z 扫描衍射图样.

由图2可以看到:

- 1) 当 $z>0$ 时不出现任何图样(如图2(a)).
- 2) 当 $z=0$ 时,只出现亮圆环内的黑洞和黑洞中心的亮斑(如图2(b)).
- 3) 当 $z<0$ 时,会出现两套圆环,每套包括两组

明暗相间的圆环.以大圆暗环为界,内侧和外侧的两组圆环我们称为第一套圆环.以小圆暗环为界,内侧和外侧的两组圆环我们称为第二套圆环.

第一套圆环:首先出现的大圆暗环稳定后很圆很宽,从大圆暗环向外,圆环间距由疏而密,亮环宽度由粗而细,类似于圆屏衍射环.从大圆暗环向内,也是圆环间距由疏而密,亮环宽度由粗而细,类似于圆孔衍射环.第一套圆环无论是暗环还是亮环,均是各向同性的.

第二套圆环:在圆心附近逐渐出现的以小圆暗环为界的第二套圆环,它包括小圆暗环内侧和外侧的两组圆环,无论是暗环还是亮环,均是各向异性的.环的形状近似为圆形,但是在垂直于 c 轴方向的环纹消失,具有明显的光折变特征.与第一套圆环

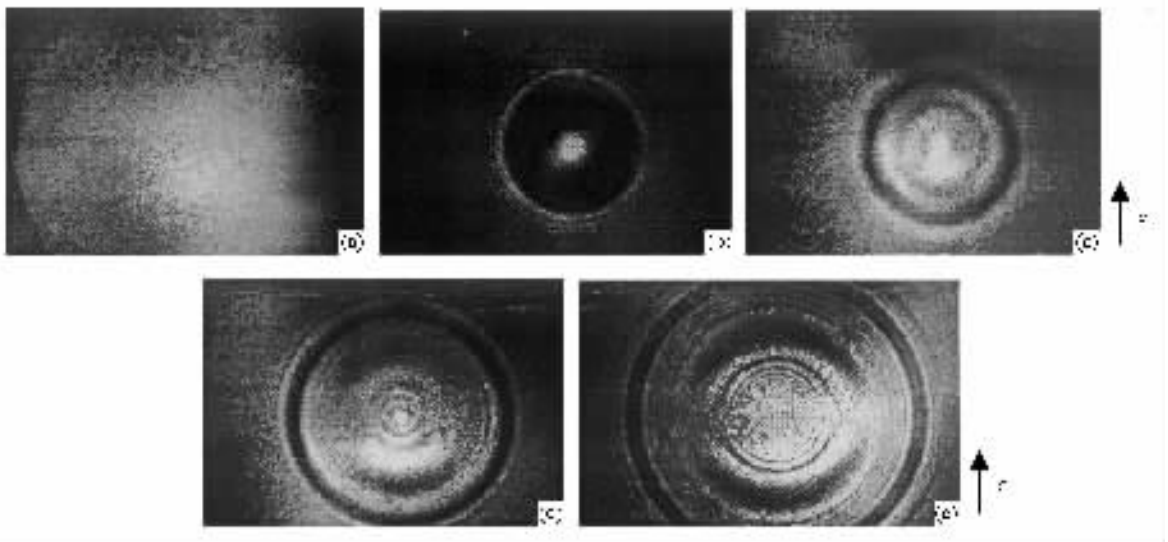


图2 稳定后的远场衍射图样随晶体位置的变化 (a) $z=+1\text{mm}$, (b) $z=0.0\text{mm}$, (c) $z=-1\text{mm}$, (d) $z=-2\text{mm}$, (e) $z=-4\text{mm}$

类似;从小圆暗环向外,圆环间距由疏而密,亮环宽度由粗而细,类似于圆屏衍射环.从小圆暗环向内,圆环间距由疏而密,亮环宽度由粗而细,类似于圆孔衍射环.

随着 $|z|$ 值的增大,两套圆环的直径均随 $|z|$ 而增大,环的数目也随着增多.无论晶体在焦点前($z <$

0)哪个位置,两套环的中心总是圆形亮斑.

2.2. 远场衍射图样随辐照时间的变化

当入射激光功率为 0.33mW , $z = -3.8\text{mm}$,入射激光偏振分别为 e 光和 o 光时,我们在远场屏上观察到了随辐照时间而变化的图样,如图3所示.

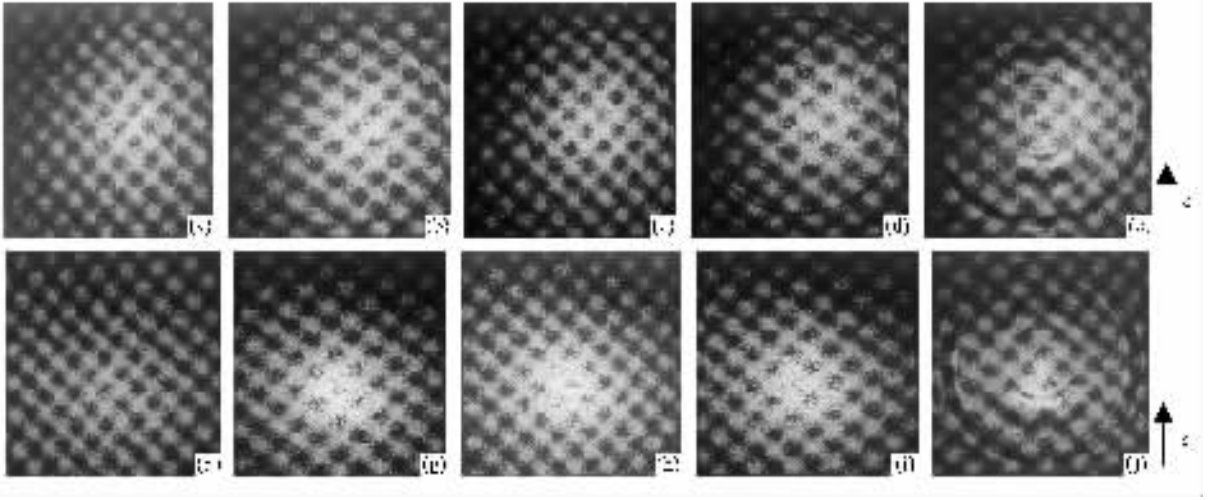


图3 远场屏上图样随入射光偏振方向(e 光(a)–(e); o 光(f)–(j))和辐照时间 t 的变化(晶体 c 轴沿 \uparrow 方向)(a)0.05s;(b)0.1s;(c)1s;(d)1.9s;(e)10.6s;(f)0.05s;(g)0.1s;(h)0.7s;(i)1.9s;(j)45s

打开快门,当辐照时间 $t = 0.05\text{s}$ 时,第一套圆暗环已隐约可见(图3(a)(f)).由此可以推得,对此结果负责的效应,响应时间短于 0.1s .从图3(c)看到,当 $t = 1\text{s}$ 时,第二套圆环才隐约可见.由此可以推得,对此现象负责的效应,响应时间比第一套圆环要慢一个数量级(约 1s).对于第一套圆环,入射激光偏振为 o 光时的现象与 e 光入射时类似,响应时间看不出明显差异(见图3(a)与(f)(b)与(g),(d)与(i)).对第二套圆环的出现, e 光明显地快于 o 光,存在着明显的光折变效应特点(垂直于 c 轴方向的环纹消失,环呈括号状).注意到从辐照开始到辐照结束(约 42s),两套圆环的共同中心始终是一个亮斑.随着辐照时间的延长,第一套大圆暗环变宽,它内外两侧环纹清晰可见.第二套圆环也越来越清晰.第二套环纹间距均大于第一套的环纹间距. e 光在 $10\text{--}12\text{s}$, o 光在 $40\text{--}45\text{s}$,图样趋于稳定.

2.3. 图样形成与入射角的关系

首先将透镜 L_1 前的可调光栏调小,使得恰好挡住大圆暗环出现的光线.辐照 3s 时,从屏上可以看到第二套圆环出现(图4(a)).此时突然将可调光栏开大,从屏上看到大圆暗环不存在,见图4(b).继续

辐照约短于 1s 时,便可看到大圆暗环出现(图4(c)).然后在晶体与透镜之间加一圆屏,挡住第二套圆环出现区域的入射光,同时将可调光栏开大,使辐照在第一套圆环区域的入射光通过光栏(图4(d)).打开快门,短于 1s 时大圆暗环开始出现.7s以后,当大圆暗环及第一套圆环非常明显出现时(图4(e)),移开圆屏,发现第二套圆环已经存在(图4(f)).我们将圆屏向晶体移动,使其挡住大圆暗环和大圆暗环以内的全部入射光线,辐照 $10\text{--}20\text{s}$ 后,移去圆屏,两套圆环均不存在.说明这两套圆环的出现与一定角度以内的入射光有关.小于该角度的入射光束不会产生第一套圆环,而大圆暗环的出现只与该角度以外的入射光有关.

2.4. 存储性

在图样稳定以后,关闭光源,24h后打开光源,两套圆环依然完整存在.说明对第一套圆环负责的效应具有存储性,且暗存储时间长于 24h .

为了排除光折变的影响,当 $z = -4\text{mm}$ 时,我们在晶体前 3mm 处沿 c 轴方向放一根直径为 0.4mm 的铜丝(图5(a)),用 o 光辐照约 3s 后移开铜丝,读出的图样中记录了铜丝的衍射图形(图5(b)).当 z

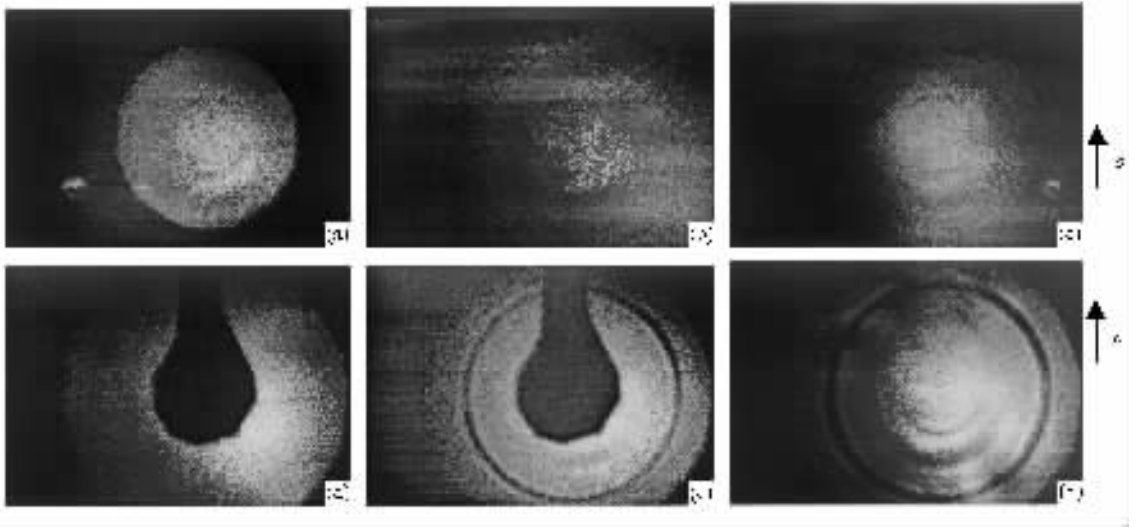


图 4 图样形成与入射角的关系 (a)用小角度光入射 10s,(b)突然开大光栏,(c)开大光栏辐照短于 1s,(d)中心挡光屏,(e)挡光屏 7s,(f)拿掉光屏

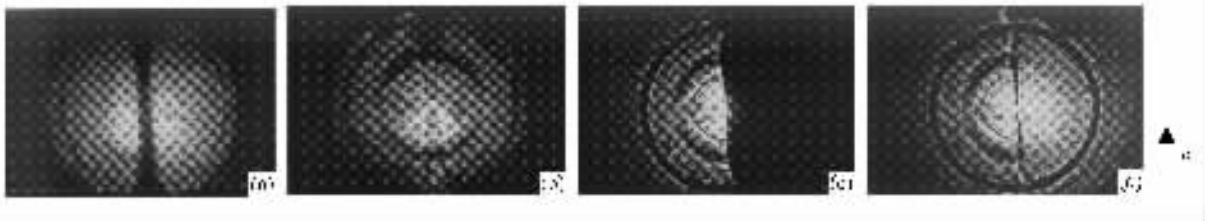


图 5 存储性实验 (a)晶体前 3mm 处挡一铜丝辐照 3s;(b)拿掉铜丝;(c)挡刀片 o 光写 16s;(d)拿掉刀片

$= -4\text{mm}$ 时在晶体前放一刀片,刀口沿 c 轴方向,挡住入射光束的一半(图 5(c)),用 o 光辐照约 16s 后移去刀片(图 5(d))显示晶体中记录了刀片的衍射条纹.因为光折变效应不能记录平行于 c 轴的衍射条纹.所以,以上这些现象说明对第一套圆环负责的效应具有存储性.

由图 5(d)可以看到,当拿开刀片时,被挡住的右半部分具有与未被挡住的左半部分几乎相同清晰度的第一套圆环.但被挡住的右半部分却几乎看不到第二套圆环,而未被挡住的左半部分的这两套圆环均清晰可见.

在图 5(c)的条件下,如果刀片挡住了光束右边的大部分(多于一半)辐照 10s 后突然移去刀片,在刀片挡住的右半部分同样出现了第一套圆环,只是右边稍弱些,但却没有出现第二套圆环.这说明在一半或少一半入射光束的作用下,对第一套圆环负责的效应仍具有圆对称性.而对第二套圆环负责的效应却没有这种特性.

根据观察,写入的两套圆环的暗存储时间均长于 24h.第一套圆环的写入时间短于 0.1s.

3. 讨 论

3.1. 产生圆暗环的模拟实验

为了了解圆暗环是如何产生的,我们设计了如下实验:

1)在图 1 所示的实验装置中,当不放晶体和毛玻璃屏时,由 CCD 观察到图 6(a)所示的远场衍射图样.它相当于圆孔衍射图样.

2)在实验装置 1 中,由粘有一个灰尘颗粒的盖玻片代替晶体,当它位于 $z < 0$ 处时,会出现类似于第一套圆环的图样,见图 6(b).当它位于 $z = 0$ 处时,出现图 6(c)所示的远场图样.当它位于 $z > 0$ 处时,出现图 6(d)所示的远场图样.

以上实验结果充分说明,圆环图样的形成是由透镜 L_2 的孔径光阑形成的圆孔衍射和晶体辐照区形成的类负透镜共同作用的结果.晶体辐照区形成的类负透镜相当于圆屏的作用.因为圆孔衍射的第

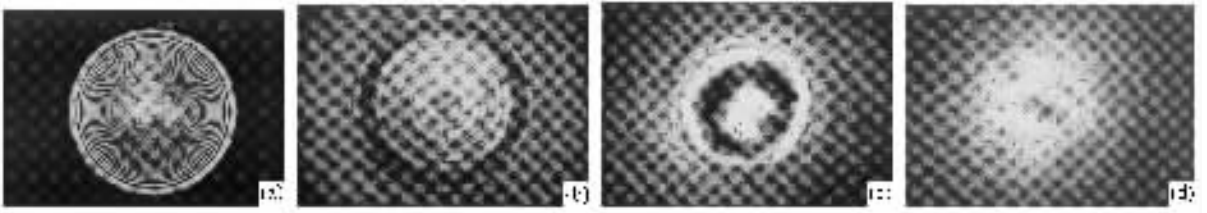


图6 透镜 L_2 的圆孔远场衍射 (a) 和灰尘粒小圆屏通过透镜 L_2 后的远场衍射 ;(b) 小圆屏在 $z < 0$ 处的远场衍射 ;(c) 小圆屏在 $z = 0$ 处的远场衍射 ;(d) 小圆屏在 $z < 0$ 处的远场衍射

一级暗环的直径反比于光阑圆孔的直径. 实验装置中, 透镜 L_2 的孔径大于负透镜的直径, 因而圆孔衍射在内, 而圆屏衍射在外, 二者之间便形成了暗环.

3.2. 两套圆环的主要特征

共同的特征:

- 1) 圆环直径及圆环的数目在 $z < 0$ 时随晶体离焦点的距离 $|z|$ 的增大而增加;
- 2) 圆环中心始终是一个亮斑;
- 3) 只有晶体位于透镜 L_1 的焦点前时, 才能在远场屏上观察到两套圆环;
- 4) 二者都具有长时间暗存储信息的功能;
- 5) $\Delta n < 0$.

从图2可以看到, 当晶体位于焦点前 ($z < 0$) 和焦点后 ($z > 0$) 时, 在远场屏上所观察到的现象完全不同. 当 $z > 0$ 时, 不出现两套圆环 (见图 2(a)). 而在 $z < 0$ 时, 不同位置均出现大小不同的两套圆环 (见图 2(c)~(e)). 这个实验事实表明, 这是一种负透镜效应 ($\Delta n < 0$) 引起的波前位相变化. 因为从非线性介质的 z 扫描曲线可知, 非线性折射率变化 $\Delta n-z$ 曲线是不对称曲线. 由本实验观察到的现象相对于 $z < 0$ 和 $z > 0$ 的不对称, 说明它一定是 Δn 的变化引起的, 而且 $\Delta n < 0$.

不同的特征及二者的关系:

- 1) 第一套圆环是各向同性的, 圆环的形状与晶体 c 轴的取向无关, 而第二套圆环是各向异性的, 垂直于 c 轴方向圆环消失;
- 2) 入射光的偏振方向 (o 光或 e 光) 对第一套圆环的尺寸, 形状及形成速度影响不大, 但对于第二套圆环来说, e 光入射时圆环的形成快于 o 光入射;
- 3) 第一套圆环的出现时间约比第二套圆环快一个数量级, 前者 $t < 0.1s$, 后者 $t > 1s$;
- 4) 第一套圆环的暗储存时间略短于第二套圆环, 前者约为 1 天, 后者长于 2 天;

5) 大圆暗环是由于大入射角激光束形成的, 小圆暗环的形成对激光束的入射角度没有依存关系;

6) 圆环的直径: 第一套圆环大于第二套圆环, 前者约为后者的 2 倍.

3.3. 对产生两套圆环负责的非线性光学效应

由实验结果及 3.2 所列出的主要特征均容易判断出, 对第二套圆环负责的非线性光学效应是光生伏打光折变效应.

下面详细讨论对产生第一套圆环负责的非线性光学效应.

据文献 [4—17] 报道, 在 $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ 晶体中, 伴随光折变效应同时存在的非线性光学效应有:

1) 热光效应^[10—12]: 它存在于吸收介质中. 当入射光被介质吸收后会使介质辐照区的温度升高 ΔT , 这 ΔT 正比于入射光强, 它通过热光效应引起了辐照区折射率的改变

$$\Delta n_{th} = \frac{dn}{dT} \Delta T, \quad (1)$$

其中 $\frac{dn}{dT}$ 为折射率的温度系数. 在 $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ 晶体中 $\frac{dn}{dT} = -3 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$, $\Delta n < 0$ ^[10]. 这种效应不依赖于 c 轴方向和入射光的偏振方向 (各向同性), 但它是瞬态效应, 即随着辐照光的开或关, 由于 ΔT 的迅速上升与下降, Δn 瞬态响应或指数衰减. 这后一个特征与第一套圆环的稳定特征不符. 如上所述, 当辐照光关掉后, 它并不立即消失, 暗存储时间约为 1 天.

2) 热释电效应^[4—6]: 由于晶体对入射光的吸收会引起辐照区温度升高, 从而引起晶体结构上的正负电荷重心相对位移, 进而使得晶体的自发极化发生变化

$$\Delta P_s = P_j \Delta T, \quad (j = 1, 2, 3), \quad (2)$$

其中 P_j 为热释电系数, $P_j = \frac{\partial P_s}{\partial T}$ ($\text{C}/\text{cm}^2 \cdot \text{K}$), P_s 为自

发极化矢量.由 ΔP_s 产生的电场^[12,13]

$$E_j = -\frac{\Delta P_s}{\epsilon\epsilon_0} = -\frac{1}{\epsilon\epsilon_0} P_j \cdot \Delta T. \quad (3)$$

这电场通过电光效应会产生折射率的变化

$$\Delta n_{\text{pyro}} = -\frac{1}{2} n_i^3 r_{ij} \cdot E_j = \frac{1}{2} n_i^3 r_{ij} \cdot \frac{1}{\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{\partial P_s}{\partial T} \Delta T, \quad (4)$$

其中 i 是探测光的偏振方向, $i=1, 2, 3$. 由于 ΔT 正比于入射光强, 所以 Δn_i 也正比于入射光强. $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ 晶体的热释电系数 $P_j = 4 \times 10^{-9} (\text{C}/\text{cm}^2 \cdot \text{K})$, 因为从室温升温时自发极化变小, 即 $\frac{\partial P_s}{\partial T} < 0$, 所以 $\Delta n_{\text{pyro}} < 0$, 由热释电效应引起的折射率改变是瞬态的, 在辐照停止后随时间急剧衰减直至消失, 而且 Δn_{pyro} 与入射光的偏振方向有关, 所以它与第一套圆环的特征不符.

3) 热释电场感应的稳态光折变效应^[12-14] 在热释电场作用下晶体内的自由电荷迁移并补偿该电场, 从而形成了与热释电场反向的热释电感应的空间电荷场 E_{sc} , 它通过电光效应产生稳定的折射率变化

$$\Delta n_{\text{sc}} = -\frac{1}{2} n_i^3 r_{ij} \cdot E_{\text{sc}}, \quad (5)$$

$$E_{\text{sc}} = \frac{1}{\epsilon\epsilon_0} \frac{\partial P_s}{\partial T} \frac{t_D}{2} \frac{\sigma_{\text{ph}}}{\epsilon\epsilon_0} \Delta T. \quad (6)$$

因为 ΔT 正比于 I , $\sigma_{\text{ph}} = sI$, 所以 Δn_{sc} 正比于 I^2 , Δn_{sc} 远强于 Δn_{pyro} , 而且 Δn_{sc} 与 Δn_{pyro} 符号相反. 所以在 $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ 晶体中, Δn_{sc} 为正, 而且 Δn_{sc} 明显依赖于入射光的偏振方向, 这些特征与第一套圆环的特征不符.

4) 第二类热释电效应和光色效应^[4-9]: 早在 1971 年, Glass 等人在掺杂 LiNbO_3 和 LiTaO_3 晶体中发现了一种新的热释电效应. 当入射光辐照这类无对称中心的极性晶体时, 由杂质吸收引起电荷从一个能级被激发, 它不经过扩散或漂移而在相同的空间位置处被另一能级俘获, 这会引发不同能级之间电荷的再分布. 由于满陷阱的极化率不同于空陷阱的极化率, 因此这种不同能级之间电荷再分布的变化会引起介质极化率乃至介电常数随入射光强空间分布而变化. 这种改变的实部会引起折射率的改变 (Δn). 这种改变的虚部会引起光束能量的改变 (光感应吸收), 因为这个电荷再分布的过程是在空间同一位置发生的, 因而它不伴随着空间电荷场的产生.

也就是说, 当电光效应不存在时, 这种效应也会发生, 因而它必然具有快速的响应时间和各向同性特征.

电荷在不同能级之间的再分布会引起相对介电常数的改变, 即

$$\epsilon(x) = \epsilon_{\text{host}} + \Delta\epsilon_{\text{traps}}(x) + \Delta\epsilon_{\text{eo}}(x), \quad (7)$$

这里 ϵ_{host} 为主介质的介电常数, $\Delta\epsilon_{\text{eo}}(x)$ 为由电光效应引起的介电常数的改变, $\Delta\epsilon_{\text{traps}}(x)$ 为电荷在相同空间位置不同能级之间的再分布引起的相对介电常数改变

$$\Delta\epsilon_{\text{traps}}(x) = \sum_{j=1} [P_j^F N_j^F(x) + P_j^E N_j^E(x)], \quad (8)$$

其中 P_j^F , P_j^E 和 N_j^E , N_j^F 分别是第 j 个能级满陷阱和空陷阱的极化率和陷阱位的空间平均密度. $N^E = N^A$, $N^F = N^D - N_D^+$. $\Delta\epsilon_{\text{traps}}(x)$ 的虚部会引起吸收系数的改变

$$\alpha = \alpha_{\text{host}} + \Delta\alpha_{\text{traps}}, \quad (9)$$

$$\Delta\alpha_{\text{traps}} = \frac{\omega}{nc} \text{Im} \sum_{j=1} [P_j^F N_j^F(x) + P_j^E N_j^E(x)]. \quad (10)$$

同样, $\Delta\epsilon_{\text{traps}}(x)$ 的实部会引起晶体的折射率的改变

$$n = n_{\text{host}} + \Delta n_{\text{traps}} + \Delta n_{\text{eo}}, \quad (11)$$

$$\Delta n_{\text{traps}} = \text{Re} \sum_{j=1} (P_j^F N_j^F(x) + P_j^E N_j^E(x)). \quad (12)$$

由于该效应伴随着光折变效应同时进行, 因此在亮区不同能级之间的激发—俘获—再激发—再俘获过程在辐照期间不断进行, 使不同能级的占位数不断变化. 与此同时, 光生载流子在导带 (或价带) 内迁移直至达到暗区后才能稳定地被俘获 (光折变效应). 因此最终达到的亮区各能级之间的稳态空间分布与光折变效应应当具有相同的暗存储时间. 这就是说只有当光折变效应形成的空间电荷场被擦洗时, 亮区各能级上的电荷分布才会恢复如初, 否则它们不会自动恢复, 因为光生载流子 (对 LiNbO_3 晶体是电子) 被俘获在暗区的 Fe^{3+} 能级上, 从而可以在暗处长期储存.

综上所述, 由于热光效应, 热释电效应为瞬态效应, 在辐照停止后 Δn_{th} 及 Δn_{pyro} 随时间急剧衰减直至消失, 它们均与第一套圆环长时间暗储存功能不符. Δn_{sc} 虽为稳态效应, 但 $\Delta n_{\text{sc}} > 0$, 与第一套圆环在 $z > 0$ 处观察不到的实验结果不符. 另外 Δn_{pyro} 和 Δn_{sc} 均明显依赖于入射光的偏振方向, 与第一套圆环受入射光偏振影响不大的结果不符. 只有第二类热释电效应的快响应时间, 长暗储存时间, 各向同性

性质和不依赖于入射光偏振方向的性质均与第一套圆环的特征相一致,所以我们认为对第一套圆环的产生负责的效应,应当是第二类热释电效应.

3.4. 该现象的普遍性

我们用多块样品做了上述实验,其中厚度分别

为 1mm, 2mm, 3mm, 具有不同掺 Fe 浓度, x 片或 y 片与 c 片的 LiNbO_3 晶体,都出现上述现象.虽然晶体的厚度不同,大圆暗环的宽度不同,但现象的基本特征一致.沿 c 片的负 c 轴方向照射,同样会出现大圆暗环.这表明该现象并不是个别样品的个别现象,而是 $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ 晶体的普遍现象.

- [1] Ashkin A *et al* 1966 *Appl. Phys. Lett.* **9** 72
- [2] Chen F S *et al* 1968 *Appl. Phys. Lett.* **13** 223
Chen F S 1969 *Appl. Phys.* **40**(8) 3389
- [3] Liu S M *et al* 2002 *Acta Phys. Sin.* **11** 2761 (in Chinese) 刘思敏等 2002 物理学报 **11** 2761]
- [4] Ducharme S 1991 *Opt. Lett.* **16**(22) 1791
- [5] Buse K *et al* 1994 *Opt. Lett.* **19**(4) 260
- [6] Korneev N *et al* 1998 *Appl. Phys. B* **66** 393
- [7] Glass A M and Auston D H 1974 *Ferroelectrics.* **7** 187
- [8] Auston D H, Glass A M and Ballman A A 1972 *Phys. Rev. Lett.* **28**(14) 897
- [9] Auston D H and Glass A M 1972 *Appl. Phys. Lett.* **20**(10) 398
- [10] Liu J J, Banerjee P P and Song Q W 1994 *J. Opt. Soc. Am. B* **11**(9) 1688
- [11] Regnik L G *et al* 1985 *Ferroelectrics.* **64** 215
- [12] Buse K 1993 *J. Opt. Soc. Am. B* **10**(7) 1266
- [13] Buse K, Ringhofer K H 1993 *Appl. Phys. A* **57** 161
- [14] Buse K *et al* 1996 *J. Opt. Soc. Am. B* **13**(7) 1461
- [15] Bylsma R B *et al* 1988 *Opt. Lett.* **13**(10) 853
- [16] Pierce R M *et al* 1990 *Opt. Lett.* **15**(8) 414
- [17] Cudney R S *et al* 1991 *J. Opt. Soc. Am. B* **8**(6) 1326

Experimental study of a faster responsive effect of light induced refractive index change^{*}

Yang Li-Sen¹⁾ Liu Si-Min²⁾ Zhang Guang-Yin²⁾ Xu Jin-Jun²⁾
Guo Ru²⁾ Gao Yuan-Mei²⁾ Huang Chun-Fu²⁾ Lu Yi³⁾ Wang Da-Yun²⁾

¹⁾ Department of Physics, Inner Mongolia Normal University, Huhhot 010022, China)

²⁾ Department of Physics, Nankai University, Tianjin 300071, China)

³⁾ Department of Automatic Engineering of Tianjin Institute of Technology, Tianjin 300191, China)

(Received 16 December 2002 ; revised manuscript received 31 March 2003)

Abstract

We have observed an effect of light-induced refractive index change in $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ crystal sheet, which is different from the photorefractive effect. It has the characters of faster response ($< 0.1\text{s}$), isotropy and function of information storage. We have also discussed the physical mechanism of the effect.

Keywords : effect of light induced refractive index change, photorefractive effect, pyroelectricity effect

PACC : 4265, 5130, 5170

^{*} Project supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant Nos. 60078013, 60278006, 60262001) and the Natural Science Foundation of Inner Mongolia, China (Grant No. 20001301).