

文章编号: 0253-2239(2010)07-1872-06

辐射光致发光玻璃物化性能及光谱性质研究

凡思军^{1,2} 于春雷¹ 何冬兵^{1,2} 胡丽丽¹

(¹中国科学院上海光学精密机械研究所中国科学院强激光材料重点实验室, 上海 201800)

²中国科学院研究生院, 北京 100039

摘要 研究了摩尔比组成为 $y(\text{LiPO}_3):y[\text{Al}(\text{PO}_3)_3]:y(\text{AgNO}_3)=x:(100-x):4(x=90,80,70,60,50)$ 的磷酸盐玻璃的物化性能和光谱性质随偏磷酸锂和偏磷酸铝含量变化的规律。结果表明,随着偏磷酸铝含量的增加,锂铝磷酸盐玻璃的密度、折射率、玻璃转变温度 T_g 和开始析晶温度 T_x 逐渐提高,化学稳定性增强。表明由于铝离子含量的增加增强了玻璃网络的链接而改善了玻璃的物化性质。当摩尔组成为 $y(\text{LiPO}_3):y[\text{Al}(\text{PO}_3)_3]:y(\text{AgNO}_3)=70:30:4$ 时,玻璃有最佳的紫外透射率、较好的辐照诱导吸收、较高的辐射光致发光强度和较低的前剂量。综合考虑玻璃的物化性能和光谱性能,摩尔组成为 $y(\text{LiPO}_3):y[\text{Al}(\text{PO}_3)_3]:y(\text{AgNO}_3)=70:30:4$ 的磷酸盐玻璃是用作辐射光致发光玻璃的理想材料。

关键词 辐射光致发光玻璃;物化性能;银掺杂;吸收和荧光光谱

中图分类号 TL816+.2 **文献标识码** A **doi**: 10.3788/AOS20103007.1872

Physical, Chemical and Spectroscopic Properties of Radio-Photoluminescent Glass

Fan Sijun^{1,2} Yu Chunlei¹ He Dongbing^{1,2} Hu LiLi¹

(¹Key Laboratory of High Power Laser Materials, Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800, China
²Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract The glasses with the composition of $y(\text{LiPO}_3):y[\text{Al}(\text{PO}_3)_3]:y(\text{AgNO}_3)=x:(100-x):4(x=90,80,70,60,50$ in molar ratio) were prepared with conventional melt-quenching method. Effects of $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ contents on the physico-chemical characteristics and spectroscopic properties were studied. It is found that the refractive index, density, glass transition temperature (T_g) and onset crystallization temperature (T_x) increased with the increase of $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ content. The increase of aluminum content strengthens the glass network, thus improving the physical and chemical properties of the glass. The glass with the composition $y(\text{LiPO}_3):y[\text{Al}(\text{PO}_3)_3]:y(\text{AgNO}_3)=70:30:4$ possesses good UV transmittance, higher irradiation induced absorption, intense fluorescence intensity and lower pre-dose. Evaluated from the physical, chemical and spectroscopic properties, $y(\text{LiPO}_3):y[\text{Al}(\text{PO}_3)_3]:y(\text{AgNO}_3)=70:30:4$ glass is a promising candidate material for radio-photoluminescence glass.

Key words radio-photoluminescent glass; physico-chemical properties; silver doped; absorption and fluorescent spectra

1 引言

当银掺杂磷酸盐玻璃受到电离辐射辐照时,会形成稳定的发光中心。而这些发光中心受到紫外光的激发时,会发出橙色光,光的强度与玻璃所吸收的

辐照剂量成正比。1951年美国的 Schulman^[1]利用这个现象发明了辐射光致发光玻璃计量计。但当时由于前剂量太高以及测量技术不成熟而没有得到广泛的应用。近年来,脉冲紫外光在辐射光致发光

收稿日期: 2010-04-12; 收到修改稿日期: 2010-05-11

基金项目: 国家自然科学基金(50902137)资助课题。

作者简介: 凡思军(1976—),男,博士研究生,主要从事辐射光致发光玻璃方面的研究。E-mail: fansij@sina.com

导师简介: 胡丽丽(1963—),女,博士,研究员,主要从事新型激光和发光玻璃等方面的研究。E-mail: hulili@siom.ac.cn

(RPL)玻璃计量计读系统中的应用^[2],使得 RPL 玻璃计量计在辐射计量上实现了全自动记读。相对于热释光计量计(TLD)和光致荧光计量计(OSL)而言,RPL 玻璃计量计有灵敏度高、能量依赖性小、能够重复读数、剂量线性度好以及能够无限次测量和在剂量累积期间进行中期测量等优点。基于这些优点以及 RPL 计量计广阔的市场前景,使得对 RPL 玻璃的研究引起了研究人员的浓厚兴趣。

近年来,辐射光致发光玻璃的研究取得了很大进展,促进了其应用的发展。Andreeva^[3]等研究了掺银锂铝磷酸盐玻璃的银掺杂浓度对辐射计量性能的影响。Yokota^[4]等研究了掺银锂铝偏磷酸盐玻璃的发光中心以及发光中心的荧光能增大现象。Shih-Ming Hsu^[5,6]等则对钠铝磷酸盐玻璃玻璃的组成及计量性能作了研究。锂铝磷酸盐玻璃有效原子序数低,因而具有更好的能量依赖性^[7~10]。从能量依赖性的角度考虑,本文主要通过讨论不同的偏磷酸锂(LiPO₃)及偏磷酸铝[Al(PO₃)₃]含量的磷酸盐玻璃的物理化学性能及光谱性质,探索锂(Li)和铝(Al)的含量对玻璃物化性能、[Al(PO₃)₃]紫外透射率、辐照后诱导吸收及荧光光谱的影响规律,为选择合适锂铝含量的 RPL 玻璃提供参考。

2 实 验

采用传统的玻璃熔融方法制备样品,样品的组成

表 1 实验玻璃组成和特征温度

Table 1 Glass composition in mole ratio and characteristic temperature

Glass	Composition				Characteristic temperature		
	Li ₂ O	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Ag ₂ O	T _g /°C	T _x /°C	ΔT/°C
1	41	4.5	54.5	2	370.4	497.0	126.6
2	33.3	8.3	58.4	2	417.5	590.5	173
3	27	11.5	61.5	2	431.6	603.7	172.1
4	21.4	14.3	64.3	2	477.4	618.9	141.5
5	16.7	16.7	66.6	2	508.3	658.0	149.7

3 结果和讨论

3.1 玻璃的物理性能

玻璃的特征温度如表 1 所示。玻璃转变温度 T_g 和开始析晶温度 T_x 随着偏磷酸铝含量的增大而增大,说明随着锂含量的降低和铝、磷(P)含量的升高,T_g 和 T_x 增大。这是由于网络生成体 P 和中间体 Al 同时增加,使玻璃网络结构的链长变长而没有使玻璃由长链结构变为树枝状网络结构^[11];另一方面,由于 Al 离子的静电场强较大,无论 Al 离子

如表 1 所示。所有原料均为分析纯,原料为 LiPO₃, Al(PO₃)₃ 和 AgNO₃。按照各个样品的化学配比称取一定量的原料,充分混合搅拌均匀后加入到刚玉坩埚中,将坩埚置于温度为 1250 °C~1350 °C 的硅碳棒电炉中熔化 30~40 min。原料充分熔化,经过均化澄清后,将玻璃液浇注在事先预热好的钢模上,待玻璃硬化后放入温度为 450 °C 的退火炉中退火 20 h。将退火后的玻璃加工成 20 mm×10 mm×3 mm 六面抛光的样品,用于荧光光谱、吸收光谱及化学稳定性测试。

玻璃密度采用排水失重法测量,折射率用 V 型棱镜折射仪测定,玻璃特征温度用 NETZSCH STA 409 PC/PG 型差示扫描热分析仪测试,紫外可见吸收谱用 Perkin-Elmer900UV/VIS/NIR 型分光光度计测量。块状样品用⁶⁰Co 辐射源辐照,剂量速率为 0.645 Gy/min,总剂量为 245 Gy,辐照后的荧光光谱用 JASCO FP-6500 型荧光光谱仪测定。

为测量玻璃的化学稳定性,将六面抛光的样品放入装有去离子水的烧杯中,在 95 °C 恒温 100 h 后干燥处理。用玻璃的溶解速率来表示玻璃的化学稳定性^[7]。溶解速率为单位时间内单位面积损失的玻璃质量:

$$D_R = (m_1 - m_2)/(tA), \quad (1)$$

式中 m₁ 为初始质量, m₂ 为恒温处理干燥后的质量, t 为恒温的时间, A 为样品的表面积。

是以四配位还是六配位的形式存在,在一定的条件下都可以增强网络^[12]。因此偏磷酸铝的增加导致了玻璃网络的增强,同时也使阳离子与非桥氧之间的相互作用加强,也加强了阳离子与非桥氧的连接,从而使 T_g 和 T_x 增加。表 1 中所有样品的 ΔT 均超过 100 °C,玻璃样品 2 和 3 的 ΔT 较高,说明它们有较好的析晶稳定性。

磷酸盐玻璃的密度和折射率随组成的变化如图 1 所示。随着 Al(PO₃)₃ 摩尔分数的增加,密度和

折射率均逐渐增加。 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 摩尔分数的增加使 Al 和 P 的摩尔分数都增加。由于 Al 在磷酸盐玻璃中的特殊作用,它能够与磷氧双键中的氧结合,从而改善和强化了磷酸盐玻璃的结构,使结构更为致密^[13],另一方面 Al 和 P 的摩尔分数以 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 增加,不会使玻璃的结构因为 P 的增加使偏离酸盐玻璃的长链结构出现树枝状分支^[7]。因此随着 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 摩尔分数的增加密度增加。而折射率则与玻璃的分子体积和阳离子的极化率有关,偏磷酸铝的增加对折射率的影响较为复杂。首先, $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 摩尔分数的增加使玻璃密度增加,折射率增加。其次,当以等物质的量的 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 代替 LiPO_3 时,由于 Li^+ 半径大于 Al^{3+} ,因此总的阳离子的极化率变小,折射率变小^[14]。实验结果表明当以等物质的量的 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 代替 LiPO_3 时,折射率增加,这表明玻璃密度对折射率的影响大于极化率的影响。

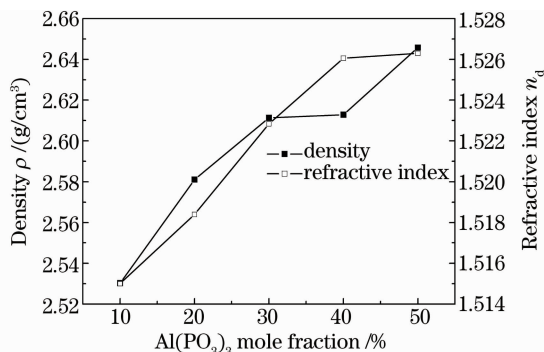


图 1 磷酸盐玻璃的密度、折射率随 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 摩尔分数的变化

Fig. 1 Change of the density and refractive index of lithium aluminophosphate glass with $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ mole fraction

3.2 玻璃的化学稳定性

掺银锂铝磷酸盐玻璃的溶解速率如图 2 所示。从图中可以看出,随着 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 摩尔分数的增加,玻璃在水中的溶解速率降低。 Al^{3+} 以六配位存在于玻璃网络中时,可以造成玻璃网络结构连结的复杂性和较强的离子键,而以四配位存在于玻璃中时,则可以增强玻璃网络。因此 Al^{3+} 摩尔分数增多使玻璃网络结构增强,降低了水对玻璃的侵蚀^[13]。另一方面,当以等物质的量的 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 代替 LiPO_3 时, Li^+ 含量相应的降低,使得玻璃中的 Li^+ 与水中 H^+ 的交换速率降低,提高了玻璃的耐水性。而网络生成离子 P 随 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 含量的增多而增多,也有提高玻璃耐水性的作用^[14]。

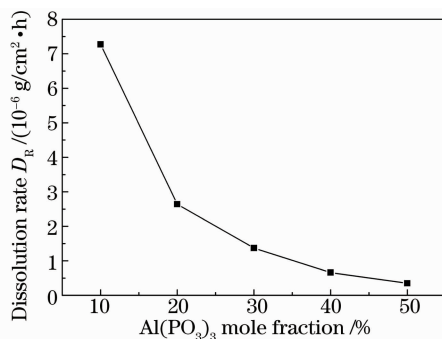


图 2 锂铝磷酸玻璃溶解速率随 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 摩尔分数的变化

Fig. 2 Change of dissolution rate of lithium aluminophosphate glass with $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ mole fraction

3.3 玻璃的紫外透过谱与辐照诱导吸收谱

图 3(a) 为锂铝磷酸盐玻璃 γ 射线辐照前的紫外透过曲线。辐射光致发光玻璃的辐照前透射率对玻璃的计量性能有重要影响。玻璃的紫外透射率对选择合适的计读设备非常重要,且良好的紫外透射率有利于玻璃中的发光中心能够被脉冲紫外光有效激发,从而能够获得较强的发光信号^[5]。图 3(a) 中玻璃样品 1 在 400 nm 处有属于原子银^[15,16] 的吸收,这说明在样品 1 有银的析出。样品 1 由于银的析出较为严重,不仅在 400 nm 处吸收明显,而且与其它玻璃样品相比该玻璃的紫外透射率明显降低。比较各样品的紫外透射率,样品 3 具有最好的紫外透射率,有利于辐射光致发光。玻璃中银的溶解度和玻璃的紫外透射率均与玻璃的光碱度有关。玻璃光理论光碱度可根据 Duffy 和 Ingram 提出的公式计算^[13],

$$\Lambda_{th} = X_1 \Lambda_1 + X_2 \Lambda_2 + \dots + X_n \Lambda_n, \quad (2)$$

式中 Λ_{th} 为玻璃的理论光碱度, X_1, X_2, \dots, X_n 为各氧化物对玻璃所提供的氧原子数占玻璃中总氧原子数的比例 $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_n$ 为各氧化物的光碱度,可根据文献^[17,18]查得。

从表 2 中可以看出,当用等物质的量的 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 代替 LiPO_3 时,玻璃的理论光碱度是减小的。Duffy^[19] 等认为玻璃的光碱度越大,过度金属离子在玻璃中越容易以高价态存在。但是本实验中却是碱金属含量最高、基质玻璃光碱度最大的样品 1 银析出最明显,说明还有其他因素影响银在玻璃中的溶解度。在稀土掺杂玻璃中,氧化铝可以有效减少稀土离子的团簇。因此,另一个可能的原因是氧化铝的增多抑制了银离子的团簇,从而降低了银原子析出的可能性,这有待于进一步的研究证明。

图 3(b) 为玻璃辐照前后的诱导吸收谱,即诱导

吸收谱通过辐照后的光密度减去辐照前的光密度随波长的变化。从图中可以看出在相同的辐照剂量、相同的银掺杂浓度下,除样品 1 因为银的析出而导致诱导吸收较小外,其余几个样品的诱导吸收差别不大,波长都在 325 nm 左右。表明掺银磷酸盐玻璃经过辐射产生的发光中心能够吸收紫外光,而诱导吸收的峰值波长能够为选择合适的激发光波长提供参考。另一方面说明在银不析出,相同的银掺杂量、相同的辐照剂量下,诱导吸收与玻璃中偏磷酸铝与偏磷酸锂的含量关系不大。Shih-Ming Hsu^[5] 认为 Al 含量太高会影响发光中心的形成,即影响 Ag^+ 对空穴缺陷的俘获。这是因为当铝的含量太高时有部分铝离子形成带负电的 AlO_4 四面体^[20],能够 Ag^+ 竞争俘获空穴,影响了 Ag^{2+} 发光中心的形成,从而影响辐射后诱导吸收。但是实验中没有发

现这个规律,可能与实验是调整偏磷酸锂及偏磷酸铝的相对含量有关,在铝含量增加的同时,也增加了 P 的含量,保持了玻璃的偏磷酸盐组成。偏磷酸盐玻璃为链状结构,但是 Al^{3+} 的加入使偏磷酸盐的玻璃结构更加复杂,因为 Al^{3+} 能够与磷氧四面体的磷氧双键作用,将双键打开,形成 $P-O-Al^{13}$ 。另外由于铝离子的价态比锂离子高,因此当以等物质的量的 $Al(PO_3)_3$ 代替 $LiPO_3$ 时,能够使玻璃中的与金属离子相连的氧离子数增加。而辐照产生的电子空穴对来源于玻璃网络中的与金属离子相连的氧离子^[21]。因此以等物质的量的 $Al(PO_3)_3$ 代替 $LiPO_3$ 时,能够使辐照产生的电子空穴对增加,从而使辐照后的(磷氧空穴中心 POHC)增多。因此诱导吸收谱并没有显现出与铝含量的直接关系。

表 2 玻璃组成中各氧化物贡献的氧原子数分数、光碱度及各基质玻璃的理论光碱度

Table 2 The fractions of oxygen, optical basicity of oxides and the theoretical optical basicity of host glasses

Glass	Fractions of number of oxygen atoms			Optical basicity			
	$X_{Li_2O}/\%$	$X_{Al_2O_3}/\%$	$X_{P_2O_5}/\%$	Δ_{Li_2O}	$\Delta_{Al_2O_3}$	$\Delta_{P_2O_5}$	Δ_{th}
1	0.1253	0.0413	0.8333	1.00	0.60	0.33	0.4251
2	0.0951	0.0711	0.8333	1.00	0.60	0.33	0.4127
3	0.0732	0.0935	0.8333	1.00	0.60	0.33	0.4043
4	0.0555	0.1112	0.8333	1.00	0.60	0.33	0.3972
5	0.0418	0.1253	0.8333	1.00	0.60	0.33	0.3919

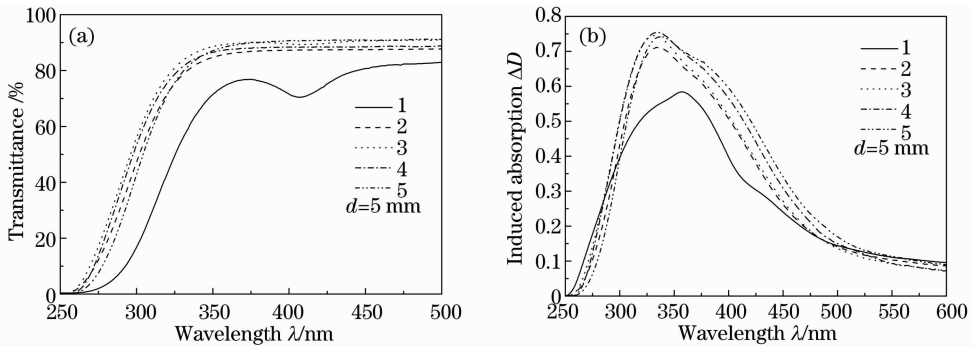


图 3 锂铝磷酸玻璃的辐照前紫外透射率(a)和辐照诱导吸收谱(b)

Fig. 3 UV transmittance before irradiation (a) and irradiation induced absorption spectra (b) of lithium aluminophosphate glass

3.4 玻璃辐照后的荧光光谱

辐射光致发光玻璃是玻璃受到辐照后产生发光中心,而发光中心受到脉冲紫外光激发后发出可见光,利用计读设备测量发光强度来衡量所受到的辐射剂量。因此玻璃受到紫外光激发后的荧光强度非常重要。目前的商用 RPL 计读系统的激发光波长为 337 nm,因此实验采用的激发光波长为 337 nm。图 4 为 5 种不同组分的掺银磷酸盐玻璃在 337 nm 的紫外光激发下的荧光光谱。从图中可以看出,峰

值在 560 nm 属于辐射光致发光^[22],样品 1 和 2 在 430 nm 处有明显的发光峰,Miyoshi^[23] 认为此处的发光属于前剂量发光。前剂量发光是由玻璃在熔制过程中原子银的析出及玻璃表面的污染物造成的。原子银的析出主要与银的掺杂量有关,银的掺杂量超过银在玻璃中的溶解度时,银原子容易析出。而银离子在玻璃中的溶解度与基质玻璃的光碱度有关。在辐照相同剂量相同的银掺杂量下,RPL 与玻璃中碱金属的含量有关。因为碱金属的含量越大,

越有利于离子扩散,有利于 Ag^+ 对空穴缺陷的俘获,从而有利于玻璃的荧光能增大。从图 4 中可见玻璃中锂的含量越高,RPL 发光越强。综合前剂量发光与 RPL 的强度,样品 3 的计量性能最佳,因为样品 3 具有较低的前剂量发光及较高的 RPL。这也与通过玻璃透过率判断各种玻璃计量性能的结果一致。

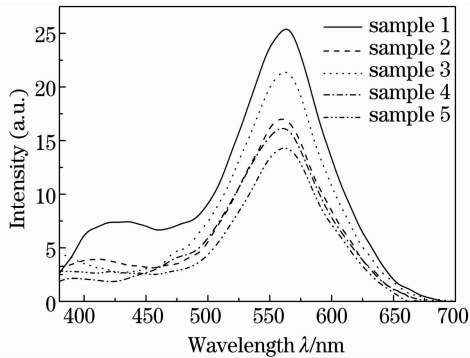


图 4 锂铝磷酸盐玻璃辐照后荧光光谱
(激发波长为 337 nm)

Fig. 4 Fluorescence spectrum of Ag-doped lithium aluminophosphate glass after irradiation
(excitation wavelength 337 nm)

4 结 论

研究了摩尔比组成为 $y\text{LiPO}_3 : y\text{Al}(\text{PO}_3)_3 : y\text{AgNO}_3 = x : \text{P}(100 - x) : 4$ ($x = 90, 80, 70, 60, 50$) 的磷酸盐玻璃的物理化学性质及光谱性质。随着偏磷酸铝含量的增加,锂铝磷酸盐玻璃的密度、折射率、 T_g 、 T_x 逐渐提高,化学稳定性增强。根据玻璃的紫外透射率和辐照前后的诱导吸收谱,组成为 $y\text{LiPO}_3 : y\text{Al}(\text{PO}_3)_3 : y\text{AgNO}_3 = 70 : 30 : 4$ 的玻璃,玻璃有最佳的紫外透射率和较好的辐照诱导吸收。通过分析玻璃辐照后的荧光光谱,发现组成为 $y\text{LiPO}_3 : y\text{Al}(\text{PO}_3)_3 : y\text{AgNO}_3 = 70 : 30 : 4$ 的玻璃具有较强的 RPL,且前剂量发光不明显。表明 RPL 和碱金属的含量有关,而前剂量则与银的析出有关。组成为 $y\text{LiPO}_3 : y\text{Al}(\text{PO}_3)_3 : y\text{AgNO}_3 = 70 : 30 : 4$ 的玻璃具有较好的辐射光致发光、较低的前剂量、最好的紫外透射率和较好的物理化学性能,是用作辐射光致发光玻璃的理想材料。

参 考 文 献

- 1 J. H. Schulman, R. J. Ginter, C. C. Klick *et al.*. Dosimetry of X-rays and gamma-rays by radiophotoluminescence [J]. *J. Appl. Phys.*, 1951, **22**(12): 1479~1487
- 2 E. Piesch, B. Burgkhadr, M. Vilgis. Photoluminescence dosimetry progress and present state of art [J]. *Radiation Protection Dosimetry*, 1990, **33**(1-4): 215~226
- 3 N. Z. Andreeva, N. N. Vil'chinskaya, A. V. Dmitryuk *et al.*. Influence of activator concentration on the dosimetric properties of radiophotoluminescent glasses [J]. *Atomic Energy*, 1985, **58**(2): 155~159
- 4 R. Yokota, H. Imagawa. Radiophotoluminescent centers in silver-activated phosphate glass [J]. *J. Phys. Soc. Japan*, 1966, **23**(5): 1038~1048
- 5 ShihMing Hsu, HisWen Yang, David Y. C. Huang *et al.*. Development and physical characteristics of a novel compound radiophotoluminescent glass dosimeter [J]. *Radiation Measurements*, 2008, **43**: 538~541
- 6 Shih Ming Hsu, His Wen Yang, Tien Chi Yeh *et al.*. Synthesis and physical characteristics of radiophotoluminescent glass dosimeters [J]. *Radiation Measurements*, 2007, **42** (4-5): 621~624
- 7 Han Xiyou, Chu Fenghong, Cai Haiwen *et al.*. Optimization of K9 glass film as protection for erbium-doped phosphate glass surface during Ion-exchange processing [J]. *Acta Optica Sinica*, 2008, **28**(1): 115~118
韩秀友, 初凤红, 蔡海文等. K9 玻璃薄膜对离子交换磷酸盐玻璃波导表面保护的优化研究 [J]. *光学学报*, 2008, **28**(1): 115~118
- 8 Dong Qinglei, Zhang Liyan, Hu Lili. Crystalization stability and spectral properties of Yb^{3+} -doped alkaline metal modified fluorophosphates glasses [J]. *Acta Optica Sinica*, 2008, **28**(12): 2383~2387
董擎雷, 张丽艳, 胡丽丽. 碱金属氟化物对掺 Yb^{3+} 氟磷酸盐玻璃析晶稳定性和光谱性质的影响 [J]. *光学学报*, 2008, **28**(12): 2383~2387
- 9 Yang Jingjing, Huang Ming, Wu Zhongyuan *et al.*. Optical resonance for subwavelength Ag particle/hole [J]. *Acta Optica Sinica*, 2009, **29**(5): 1379~1383
杨晶晶, 黄 铭, 吴中元等. 亚波长银粒子/孔的光谐振特性 [J]. *光学学报*, 2009, **29**(5): 1379~1383
- 10 Xu Bing, Song Renguo. Effects of the experimental conditions on laser ablating silver nanoparticles colloids [J]. *Chinese J. Lasers*, 2009, **36**(s2): 386~389
徐 兵, 宋仁国. 环境对激光烧蚀银纳米粒子胶体的影响 [J]. *中国激光*, 2009, **36**(s2): 386~389
- 11 A. Belkebir, J. Rocha, A. P. Esculcas *et al.*. Structural characterisation of glassy phases in the system $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5$ by MAS and solution NMR, EXAFS and vibrational spectroscopy [J]. *Spectrochimica Acta Part A*, 1999, **55**: 1323~1336
- 12 Deng Zaide, Sun Jiasen, Yin Bing *et al.*. Structures and properties of $\text{Na}_2\text{-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5$ glass [J]. *Journal of South China University and Technology (Natural Science Edition)*, 2005, **33**(3): 5~8
邓再德, 孙家森, 印 冰等. 钠钡铝磷酸盐玻璃的结构与性质 [J]. *华南理工大学学报(自然科学版)*, 2005, **33**(3): 5~8
- 13 Gan Fuxi. Optical Glass [M]. Beijing: Science Press, 1982, 427~428
干福熹. 光学玻璃 [M]. 北京: 科学出版社, 1982, 427~428
- 14 Northwest Institute of Light Industry. Glass Technology [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1982, 141~144
西北轻工业学院. 玻璃工艺学 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1982, 141~144
- 15 Lu Baowen, Xu Xueke, Yu Xiang *et al.*. Optical properties and structures of silver thin films deposited by thermal evaporation with different deposition rate [J]. *Acta Optica Sinica*, 2010, **30**(1): 283~286
卢宝文, 徐学科, 余 祥等. 不同沉积速率下热蒸发银膜的光学性能和结构分析 [J]. *光学学报*, 2010, **30**(1): 283~286
- 16 Liu Renming, Zi Xingfa, Wu Yanchun *et al.*. Studies and preparation of surface enhanced Raman scattering substrate of two-dimensional silver nanofilms [J]. *Chinese J. Lasers*, 2009,

36(10): 2657~2661

刘仁明, 自兴发, 武延春等. 二维纳米结构银膜表面增强拉曼散射基底的制备与研究 [J]. 中国激光, 2009, 36(10): 2657~2661

- 17 V. Dimitrov, T. Komatsu. Electronic polarizability, optical basicity and non linear optical properties of oxide glasses [J]. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 1999, 249: 160~179
- 18 T. Honma, Y. Benino, T. Fujiwara *et al.*. Electronic polarizability, optical basicity, and interaction parameter of La_2O_3 and related glasses [J]. *J. Appl. Phys.*, 2002, 91(5): 2942~2950
- 19 J. A. Duffy, M. D. Ingram. An interpretation of glass chemistry in terms of the optical basicity concept [J]. *J. Non-Crystalline Solids*, 1976, 21(3): 373~410

20 D. L. Griscom. E. S. R. studies of radiation damage and structure in oxide glasses not containing transition group ions: A contemporary overview with illustrations from the alkali borate system [J]. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 1974, 13(2): 251~285

- 21 P. Beekenkamp. Color Centers in Borate, Phosphate and Borophosphate Glasses [D]. Eindhoven: Eindhoven Technical University, 1966, 1~20
- 22 Y. Miyamoto, H. Nanto, K. Kinoshita *et al.*. Radiophotoluminescence in Ag^+ -activated phosphate glass [J]. *IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record*, 2008, 2(319): 1114~1117
- 23 T. Miyoshi. Time-resolved luminescence spectra of dosimeter glasses [J]. *Jpn. J. Appl. Phys.*, 1990, 29(5): 948~949

Chinese Optics Letters

首个影响因子位列亚洲入选 SCI 光学类期刊第 2 名

根据美国科学信息研究所 (ISI) 2010 年 6 月 18 日公布的期刊引证报告 (JCR), Chinese Optics Letters (COL) 2009 年的 SCI 影响因子为 0.804。

COL 创刊于 2003 年, 2007 年开始即被 SCI 收录。根据 ISI 影响因子的计算方法, JCR 从 2009 年开始首次公布 COL 的影响因子等有关数据。在全球入选 SCI 的 70 种光学类期刊中排名第 39 位 (总被引频次排名第 36 位), 在亚洲 (包括中国、韩国、新加坡、日本等) 入选 SCI 的光学类期刊中排名第 2 (总被引频次排名第 1), 在中国入选 SCI 的 114 种期刊中排名前 40%。

COL 是由中国光学学会和中国科学院上海光学精密机械研究所联合主办, 上海交通大学协办, 美国光学学会 (OSA) 全球发行的国际性英文版学术期刊。COL 创刊时即坚持走国际化办刊路线, 其宗旨是快速、全方位地报道国际光学研究领域的最新理论、实验和技术创新成果。在创刊不久, 即被国际知名检索机构 EI, CA, CSA 收录, 2006 年被 OSA 主办的 OpticsInfoBase 收录 (2009 年 COL 论文在 OpticsInfoBase 的年下载量为 24,137 次, 比 2007 年增长了 3 倍多), 2007~2008 年又相继被 SCI-E 和 MSB-S 收录。

COL 的创刊和现任主编为徐至展院士, 并拥有由 40 多名在光学各个领域有突出成就的专家组成的编委会 (其中国外编委比例超过 20%), 还拥有一支工作在光学科研一线的出色的审稿专家队伍 (其中国外审稿专家比例超过 35%)。在他们的支持和帮助以及编辑部人员的共同努力下, COL 不断成长, 现已发展为国内外光学研究的一个重要的成果传播平台。