

文章编号:1674-2869(2014)07-0053-06

高折射率环氧树脂的研究进展

郭雅妮*, 何 俭, 骆沛尧

(武汉工程大学材料科学与工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要:高折射率环氧光学树脂设计制备方法主要包括三类:通过有机或无机化合物在环氧光学树脂中引入硫、卤素等高折光指数原子;在环氧光学树脂中引入芳环等高折光指数化学基团;由两种或两种以上的环氧树脂混合固化来制备复合型环氧光学树脂. 现有的环氧光学树脂具有收缩率低、化学性质稳定、尺寸稳定性高等优点,但耐候性差,在紫外光的照射下会发黄降解,韧性差而易断裂,硬度不佳在树脂表面易产生划痕等缺点制约了其在更先进领域的应用. 制约环氧光学树脂发展的主要因素为材料结构与性能之间的关系不够明确,制备方法不够经济环保以及过于关注材料的折光指数而对其他性能研究较少. 进一步明确材料结构与性能之间的关系,在保证高折射率的前提下,平衡材料的其他光学和力学性能是未来研究的重点.

关键词:光学树脂;环氧;制备方法;高折射率

中图分类号:TQ323.5

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2014.07.011

0 引 言

光学材料,是一类用于光学实验和光学仪器中的具有一定光学性质和功能材料,主要分为无机和有机两大类.随着科学技术的发展,有机类的聚合物光学材料得到越来越多的关注,光波导材料、塑料光学纤维、光折变材料、梯度折射率材料、非线性光学材料、光学涂料等都得到了迅速发展.与无机光学玻璃相比,有机聚合物材料的特点是质轻、抗冲击、可染色、易成型加工及优异的光学性能,它逐渐取代传统光学材料,在光纤、建材、树脂镜片、精密透镜和减反射涂层等材料上得到广泛的应用.

传统的光学树脂,如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA),折光率 $n_d = 1.492$;聚碳酸酯(PC),折光率 $n_d = 1.584$;聚苯乙烯(PS),折光率 $n_d = 1.592$ 等^[1],虽然可适用于大部分的光学领域,但还是越来越难以满足人们对光学元器件高精密度、高性能的要求,因此,研究和开发新型光学树脂,特别是高折射率的光学树脂是目前光学材料研究的主要方向.

一般可以将光学树脂大体分为 7 类:加聚型光学树脂、缩聚型光学树脂、聚加成类的聚氨基甲

酸酯类光学树脂、含金属类光学树脂、氢转移聚合型光学树脂、环硫型光学树脂和环氧型光学树脂.环氧型光学树脂是近些年来研究较为热门的新型光学树脂,是一个分子中含有两个以上环氧基,并在适当的化学试剂存在下能形成三维交联网络状固化物的化合物,并且聚合过程的收缩率低,十分有利于树脂加工成型.

1 光学树脂折射率分子结构设计理论

提高光学树脂的折射率,可以进一步降低元器件的曲率和厚度,在减轻重量的同时不影响其折射性能,使光学器件更小巧更轻便.为了提高光学树脂的折射率,有必要了解影响折射率的一些关键因素.

聚合物的性质由结构决定.光学树脂折射率与多种因素有关,根据 Lorentz-Lorenz 关系式和 Gladstone-Dale 关系式^[1-2]可知介质的折射率与摩尔折射度成正比,与分子体积成反比,而摩尔折射度与介质极化率成正比.因此要得到高折射率,则要求介质具有较大极化率和较小分子体积.

综上所述,制备高折光指数树脂的方法有两种:**a.**在树脂分子中引入具有高折光指数的原子或结构,如卤素原子(除氟外)、硫原子、重金属离

收稿日期:2014-05-09

基金项目:湖北省自然科学基金(2012FFC10501);地方高校国家级大学生创新创业训练计划项目(201310490006);武汉工程大学科学研究基金

作者简介:郭雅妮(1975-),女,山东平度人,副教授,博士.研究方向:功能高分子材料.*通信联系人

子、含苯环结构等,这类树脂的折光指数通常低于 1.80;b.将高折光指数的无机纳米粒子与聚合物复合,折光指数可高于 1.80,一般这类树脂稳定性不好,加工难度大^[2-10].

2 高折射率环氧型光学树脂

环氧树脂是热固性树脂,它含有两个或两个以上环氧基,以脂肪族、脂环族或芳香族等有机化合物为骨架,通过环氧基团反应形成的高分子产物^[11].耐热性和耐溶剂性良好,蠕变小、双折射和透湿性小,适合于应用在光学领域^[12],但环氧树脂要当作光学材料使用时,还需要满足无色、透明、粘度低和易于加工成型等条件.

2.1 含高折光指数原子的环氧光学树脂

2.1.1 通过有机化合物引入到环氧树脂中 提高环氧树脂的折光指数,可以采用引入高折光指数原子的方法,将某些含有较高折光指数的化学原子的有机化合物与环氧树脂发生有机化学反应,从而将高折光指数原子连接在环氧树脂上,达到引入的目的.这些具有较高折光指数的化学原子大致有以下几类:

a.含卤素有机类,在卤素中,溴和碘是较早用来提高折光指数的原子,其中 Br 引用的较为广泛.20 世纪 80 年代初期,就有日本德山曹达公司和諏访金工舍^[1],以苯乙烯、甲基丙烯酸乙酯和三溴苯乙烯作为共聚单体,合成三维交联结构的 TS26.其折光指数达到 1.592,制得的镜片薄而轻,表面耐磨、是一种理想的光学树脂材料.随后 1990 年问世的 TS 系列光学塑料,也是以含卤素的有机化合物作为主要单体^[13],其折射率可达到 1.59.同时还有日本的金村芳信等合成的四溴双酚 A 型环氧树脂^[14],引入 Br 元素,折光指数有了很大增加,达到 1.66.虽然具有较高的折射率和较低的色散,但这类树脂容易老化,相对密度也较大.

b.含硫有机类,有关含硫的光学树脂的研究比较多,这主要是因为硫原子的相对密度较低,色散较小,摩尔折光指数较高,所得树脂的综合性能明显好于其他种类树脂.硫在单体中主要以硫醚和硫醇酯的形式存在,含硫类的环氧树脂主要是由含硫单体在催化剂的作用下与环氧氯丙烷合成,其结构与二者的摩尔比例有关.2013 年, Luo^[15]等,将含硫的化合物 4,4'-二羟基二苯硫醚和环氧氯丙烷通过两步法合成 4,4'-二羟基二苯硫

醚二环氧甘油醚(DGETP),一种具有高折射率的环氧树脂预聚物,然后用固化剂邻苯二甲硫醇(OBDMT)将其固化,固化温度和玻璃化转变温度均低于一般的环氧预聚物,这主要是因为硫醚键具有强烈的旋转能力.而 DGETP / OBDMT 环氧光学树脂的折射率高达 1.654.

2.1.2 通过无机化合物引入到环氧树脂中 通过无机化合物引入到有机材料中,这类具有高折射率的有机-无机杂化材料,是具有高折光指数的无机纳米粒子与透明有机基质在纳米至亚微米级范围内结合形成的.包含无机纳米粒子与有机基质的混合材料,作为新型折光指数工程材料而备受关注.大多数有机材料的折射率在 1.3 与 1.7 之间,而那些无机半导体的折射率在 2 和 5 之间变化,纳米粒子在有机材料中均匀分布使得该区域中的纳米复合材料的整体折射率在纳米颗粒和有机材料的折射率之间发生改变^[16].这些纳米复合材料一般具有有机成分的质轻、柔韧,加工性优良和无机成分的高折射率、高硬度、高的热稳定性、良好的耐化学性的特点,使得纳米复合材料在光学材料设计和光电应用方面具有广阔的前景,如平面的梯度折射率透镜,反射镜,光学波导,光学粘合剂,防反射膜等^[17-18].

有机聚合物作为基体材料,对复合纳米粒子的复合非常重要.选择合适的聚合物,可以提高纳米粒子的稳定性,并有效控制粒径范围;还能在对纳米粒子进行表面修饰后,稳定粒子表面的包覆层;另外与无机物相比,聚合物具有较低的密度,且机械性能及光学性能良好.为了制备出高折射率有机无机纳米复合光学材料,最直接有效的方法是选择具有一定折射率的有机基体材料,如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚苯乙烯(PS)、聚碳酸酯(PC)等热塑性聚合物,就是比较常用的基体材料,与热固性聚合物相比,热塑性聚合物具有更好的抗冲击性.

相对的,选择合适的无机纳米粒子同样重要.纳米粒子尺寸小、透光性好,可以有效提高有机聚合物的刚性和强度,提高塑料的透光性、耐热性、抗老化性、阻隔性及防水性能等化学性能.为了得到高折射率光学材料,选择的纳米粒子则需具有某些光学功能.现常用于提高有机聚合物折光指数的纳米粒子主要有以下几种: TiO_2 ($n=2.7, 500 \text{ nm}$), ZnS ($n=2.4, 500 \text{ nm}$)^[19], ZrO_2 ($n=2.2, 589 \text{ nm}$)^[20], ZnO ($n=2.0, 550 \text{ nm}$)^[21],

CeO₂ ($n=2.18, 500\text{ nm}$)^[22]等,这些高折射率无机纳米粒子容易获得,在近红外光区及可见光区有良好的透光性. 还有其他的一些不常用的被用来制备复合材料的高折射率无机材料,如铟掺杂的氧化锡 ITO ($n=2.0, 550\text{ nm}$)^[23], 五氧化二钽 Ta₂O₅ ($n=2.1, 550\text{ nm}$)^[24], 钛酸铋 Bi₄Ti₃O₂ ($n=2.3, 520\text{ nm}$)^[25], 五氧化二铌 Nb₂O₅ ($n=2.3, 550\text{ nm}$)^[26]等.

2008 年, Liu Y F^[27] 等将 TiO₂ 引入到环氧树脂中, 折射率从 1.502 增加到 1.663. 2011 年, Liu B T^[28] 等将预先制备的 TiO₂ 纳米颗粒(NPs)以不同的含量引入到烷氧基钛和/或环氧树脂中, 合成的一个烷氧基钛/环氧树脂/二氧化钛混合膜的折射率高达 1.972. 2013 年, Kobayashia^[29] 等, 同样是采用 TiO₂ 纳米粒子掺杂来提高环氧树脂的折射率, 通过湿法制备和使用二氯甲烷为溶剂浇铸, 所得的含有不同含量的 TiO₂ 纳米粒子的二氧化钛/环氧树脂杂化膜, 高度透明, 在 633 nm 处折光指数, 随着 TiO₂ 纳米颗粒的含量从 0 增加到 62.4% (质量分数), 折光指数从 1.51 增加到 1.66.

2.2 含高折光指数化学基团的环氧光学树脂

这类树脂是将环氧树脂与某些具有较高折光指数的化学基团反应, 或者是将这些基团与环氧基团一起合成到其他基质材料中, 从而达到提高折光指数的目的. 将双键基团引入环氧树脂中, 是提高环氧树脂折光指数的方法之一. 1988 年郑武成^[30] 等, 将丙烯酸与双酚 A 型环氧树脂反应, 合成了 EA 系列光学树脂, 折光指数达到 1.583. 之后, Nagata^[31] 等采用甲基丙烯酸缩水甘油酯和三溴苯酚为原料, 制备了折射率达 1.607 的含有溴原子的光学树脂.

还有比较常用的方法是将一些带有苯环结构的基团引入环氧树脂中, 2011 年 Himmelhuber^[32] 等, 用甲基丙烯酸缩水甘油酯调整所得到的复合材料薄膜的折射率, 使得薄膜在 589 nm 光照射时, 折射率最高可达 2.05. 2013 年李永杰^[33] 等, 采用硅氢加成反应, 将苯环和环氧基团引入到甲基氢嵌段的有机硅油中, 合成了含苯环的环氧有机硅预聚体, 使得得到的预聚体同时具有环氧基、苯环和硅这三种不同类型的折光指数的结构. 引入苯环之后环氧有机硅预聚体的折射率明显提高, 随着苯环含量的增加, 折光指数随着增加.

2.3 复合型环氧光学树脂

复合型环氧光学树脂一般是由两种或两种以

上的环氧树脂混合固化而成, 可以有效地改善环氧树脂的综合性能, 如折射率、透光性、耐热性和耐溶剂性等. 早在 1988 年, 郑武成^[34] 等, 将六氢苯二甲酸缩水甘油醚、甘油环氧树脂、高纯度双酚 A 环氧树脂作为主要原料, 使用胺类和酸酐类固化剂将其固化, 得到的光学树脂的折光指数最高达到 1.57. 2001 年吕长利^[35] 等将硫元素引入到环氧树脂中, 合成了一种含硫量高的脂肪族环氧树脂 (DGEMES), 并和双酚 A 型环氧树脂 (DGEBA) 进行混合固化, 制备的 DGEBA/DGEMES 新型复合光学树脂, 折射率 $n_d=1.59\sim1.62$. 然而, 由于制备这类复合型的环氧光学树脂对原料的相容性和固化剂的选择要求比较高, 因而我国目前对这类研究不是很多.

3 环氧光学树脂在应用中的优缺点

环氧树脂由于其本身具有活泼的环氧基, 可与多种有机物进行化学反应, 因而在作为光学树脂使用时, 具有许多优点: **a.** 种类多样, 多种树脂、固化剂和改性剂按一定的要求组合, 可以合成具有不同结构的环氧光学树脂以满足不同需求. **b.** 固化温度低, 一般在 0~180 °C 温度范围内. **c.** 收缩率低, 由于环氧光学树脂的固化反应是通过直接加成或树脂分子中环氧基的开环聚合来进行的, 没有挥发性副产物产生, 因而在固化过程中显示出较低的收缩率. **d.** 绝缘性好, 由于合成所需的原料是以有机聚合物为主, 因而环氧光学树脂是一种耐表面漏电的具有高介电性能的优良绝缘材料. **e.** 化学性质稳定, 固化后的环氧树脂具有优良的耐碱性、耐酸性、耐溶剂性和耐霉菌性. **f.** 尺寸稳定, 上述的许多性能的综合, 使环氧树脂体系具有突出的尺寸稳定性和耐久性. 同时, 环氧光学树脂也存在以下缺点: **a.** 耐候性差, 在紫外光的照射下会发黄降解, 造成性能下降, 不能长期在户外使用. **b.** 耐热性不佳, 一般低于 100 °C. **c.** 韧性差, 大部分的环氧光学树脂脆性大, 易断裂. **d.** 硬度不高, 容易在树脂表面产生划痕. 但由于许多环氧光学树脂为了提高折射率, 会在体系中引入无机纳米颗粒等刚性粒子, 这些粒子的加入会改善树脂的硬度、热稳定性及耐候性, 有效提高环氧光学树脂的实际应用效果.

4 高折射率环氧光学树脂的研究前景

高折射率环氧光学树脂材料具有优异的性质

能,通过设计这类材料的化学元素组成,可在分子水平上实现对其结构和性能的控制,使其在很多领域具有实际和潜在的应用价值.近几十年来,这类材料在基础研究和实际应用上均取得较大发展,但目前仍存在很多问题限制了其发展,限制这种发展的主要因素主要有以下 3 个:一是这种材料结构与性能之间的关系不太明确.因此,更深层次的揭示和明确材料的结构对性能的影响是一个重要的研究发展方向.明确了结构与性能之间的关系便可以通过设计材料结构来优化高折射率环氧光学材料.二是如何用一种经济环保的方式来合成.目前大部分的光学树脂价格相对昂贵,对环境的影响也比较大,因此如何用一种简单经济的方法制备出性能优越的高折光指数环氧光学材料是今后材料研究的另一个重要方向.第三,目前对高折射率环氧光学材料的研究主要停留在如何提高环氧树脂的折射率,对这类材料的其他性能的研究较少.因此,如何在保证高折射率的前提下,平衡材料的其他光学和力学性能也是一个重要研究课题.随着材料科学技术的不断发展,高折射率环氧光学材料在未来的光学、光电学等领域一定会起到更重要的作用.

致 谢

感谢湖北省科技厅、武汉工程大学对本研究的支持和帮助.

参考文献:

- [1] 杨柏,吕长利,沈家骢.高性能聚合物光学材料[M].北京:化学工业出版社,2005:3-25.
YANG Bai, LÜ Chang-li, SHENG Jia-cong. High performance polymer optical materials[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005:3-25. (in Chinese)
- [2] 郭雅妮.基于环三磷腈的无卤阻燃光学树脂的制备与性能[D].武汉:华中科技大学,2011.
GUO Ya-ni. Preparation and properties of cyclotriphosphazene-based halogen-free flame resistance optical resins[D]. Wuhan: Huazhong University of Science & Technology, 2011. (in Chinese)
- [3] CHIU Y, TSAI H, CHOU I, et al. Preparation, intermolecular motion, and thermal properties of thiodiphenyl epoxy [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2010, 118: 2116-2125.
- [4] KREVELEN D, NIJENHUIS K. Properties of polymers [M]. 3rd. New York: Elsevier Sciences, 1991: 290.
- [5] GAO C, YANG B, SHEN J. Study on syntheses and properties of 2, 2'-mercaptoethylsulfide dimethacrylate transparent homo- and copolymer resins having high refractive index [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2000, 75 (12): 1474-1479.
- [6] REN H, GAO C, CUI Z, et al. Syntheses of new type of high quality optical resin [J]. SPIE Proceeding Series, 1998, 89-96.
- [7] 杨柏,袁年武,高长有,等.聚醚砜单烯大分子单体的合成与表征及其共聚物的光学特性[J].高分子学报,1994 (6):659-665.
YANG Bai, YUAN Nian-wu, GAO Chang-you, et al. The synthesis and characterization of monovinylpolyethersulfones macromer and the optical properties of its copolymer[J]. Acta Polymerica Sinica, 1994(6): 659-665. (in Chinese)
- [8] 曹根庭,贺建有.高折射光学树脂单体合成技术及应用研究[J].工程塑料应用,2009,37 (8):56-59.
CAO Gen-ting, HE Jian-you. Study on synthetic technology and application of optical resins monomer with high refractive index [J]. Engineering Plastics Application, 2009, 37 (8): 56-59. (in Chinese)
- [9] LIUB J, UEDA M. High refractive index polymers: fundamental research and practical applications [J]. Journal of Materials Chemistry, 2009, 19: 8907 - 8919.
- [10] YUWONO A H, LIU B, XUE J, et al. Controlling the crystallinity and nonlinear optical properties of transparent TiO₂-PMMA nanohybrids [J]. Journal of Materials Chemistry, 2004, 14: 2978-2987.
- [11] 吕长利,崔占臣,杨柏.高折射率环氧和环硫型光学树脂的研究进展[J].应用化学,2001,18 (5):342-346.
LÜ Chang-li, CUI Zhan-chen, YANG Bai. Developments of epoxy and episulfide-type optical resins with high refractive index [J]. Chinese Journal of Applied Chemistry, 2001, 18(5): 342-346. (in Chinese)
- [12] 张汇萌.双酚 S 环氧树脂及其衍生物的合成、结构及性能研究[D].北京:北京化工大学,2012.
ZHANG Hui-meng. Study on the bisphenol S epoxy resin and its derivatives [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2012. (in Chinese)
- [13] 汪山献松,陈国贵.光学树脂材料综述[J].中国眼镜科技杂志,2010(1):60-61.
- [14] TERUYUKI NAGATA, KOJU OKAZAKI, TOH-

- RU MIURA. Lens comprising a resin having a large refractive index and process for preparing the lens;CN1039429A (EP351073),[P],1990-02-07.
- [15] LUO C,ZUO J,ZHAO J. Synthesis and property of epoxy prepolymer and curing agent with high refractive index[J]. High Performance Polymers,2013,25:986-991.
- [16] TSUZUKI T. Abnormal transmittance of refractive index modified ZnO/O rganic hybrid films [J]. Macromolecular Materials and Engineering,2008,293:109-113.
- [17] 张国彦,张纪斌,杨柏. 高折射率聚合物-无机纳米光学杂化材料的设计与制造及其应用[J]. 高分子学报,2013(5):589-599.
- ZHANG Guo-yan,ZHANG Ji-bin,YANG Bai. Design and fabrication of high refractive index polymer-inorganic optical hybrid materials and their practical applications [J]. Acta Polymerica Sinica,2013(5):589-599. (in Chinese)
- [18] 林喆. 高折射率硫化锌/含硫聚合物纳米复合光学材料[D]. 长春:吉林大学,2011.
- LIN Zhe. ZnS/sulfur-containing polymer nanocomposite optical materials with high refractive index [D]. Changchun; Jilin University,2011. (in Chinese)
- [19] PALIK E D. Handbook of optical constants of solids[M]. New York :Academic Press,1985.
- [20] FRENCH R H,GLASS S J,OHUCHI F S,et al. Experimental and theoretical determination of the electronic structure and optical properties of three phases of ZrO_2 [J]. Physical Review B:Condensed Matter and Materials Physics,1994,49:5133-5142.
- [21] DEMIR M M, MEMESA M, CASTIGNOLLES P. PMMA/Zinc oxide nanocomposites prepared by in-situ bulk polymerization [J]. Macromolecular Rapid Communication,2006,27:763-770.
- [22] KROGMAN K C, DRUFFEL T, SUNKARA M K. Anti-reflective optical coatings incorporating nanoparticles [J]. Nanotechnology, 2005,16:S338-S343.
- [23] YIN Y, ZHOU S, GU G, et al. Preparation and properties of UV-curable polymer/nanosized indium-doped tin oxide (ITO) nanocomposites coatings [J]. J Mater Sci,2007,42:5959-5963.
- [24] SCHULZ H, MADLER L, PRATSINIS S E, et al. Transparent nanocomposites of radiopaque, flame-made Ta_2O_5/SiO_2 particles in an acrylic matrix [J]. Advanced Functional Materials,2005,15(5):830-837.
- [25] YANG H L, QUAN R, ZHANG G H. Preparation and optical constants of the nanocrystal and polymer composite $Bi_4Ti_3O_{12}/PMMA$ thin films[J]. Optics and Laser Technology,2005,37:259-264.
- [26] MATAKI H, YAMAKI S, FUKUI T. Nanostructured organic/inorganic composites as transparent materials for optical components [J]. Japanese Journal of Applied Physics,2004,43:5819-5823.
- [27] LIU Y F, LV C L, LI M J, et al. High refractive index organic - inorganic hybrid coatings with TiO_2 nanocrystals [J]. Colloids and Surfaces A:Physicochemical and Engineering Aspects,2008,328:67-72.
- [28] LIU B T, TANG S J, YU Y Y, et al. High-refractive-index polymer/inorganic hybrid films containing high TiO_2 contents [J]. Colloids and Surfaces A:Physicochemical and Engineering Aspects,2011,377:138-143.
- [29] KOBAYASHIA M, SAITO H, BOURY B, et al. Epoxy-based hybrids using TiO_2 nanoparticles prepared via a non-hydrolytic sol - gel route [J]. Applied Organometallic Chemistry,2013,27:673-677.
- [30] 郑武成,韩娅娟,查立豫,等. 一种新型光学材料—E A 光学塑料的研制[J]. 北京理工大学学报,1993,13(4):480-484.
- ZHENG Wu-cheng, HAN Ya-juan, ZHA Li-yu, et al. A new optical material-the EA optical plastics [J]. Journal of Beijing Institute of Technology,1993,13(4):480-484. (in Chinese)
- [31] NAGATA, TERUYUKI. Epoxy resin lenses and their manufacture; JP 01213602 [P]. 1989-08-28.
- [32] HIMMELHUBER R, GANGOPADHYAY P, NORWOOD R A, et al. Titanium oxide sol-gel films with tunable refractive index[J]. Optical Society of America,2011,1:252-258.
- [33] 李永杰,张贤顺,王涛. 含苯基脂环型环氧有机硅预聚体的制备及其光固化[J]. 辐射研究与辐射工艺学报,2013,31(1):010302-1-010302-5.
- LI Yong-jie, ZHANG Xian-shun, WANG Tao. Preparation and UV curing of phenyl cycloaliphatic epoxy-silicone oligomers [J]. Journal of Radiation Research and Radiation Processing,2013,31(1):010302-1-010302-5. (in Chinese)
- [34] 郑武城,李宗禹,李永锋. 复合环氧树脂光学塑料[J]. 光学技术,1988,14(2):34-38.
- ZHENG Wu-cheng, LI Zong-yu, LI Yong-feng. Epoxy composite optical plastics [J]. Optical Technique,1988,14(2):34-38. (in Chinese)
- [35] 吕长利,崔占臣,赵冬雪,等. 新型复合环氧光学树脂的制备与性能研究[J]. 高等学校化学学报,

2001, 22 (11):1924-1928.
LÜ Chang-li, CUI Zhan-chen, ZHAO Dong-xue, et al. Preparation and property study of novel com-
posite epoxy-type optical resins [J]. Chemical Journal of Chinese Universities, 2001, 2 (11): 1924-1928. (in Chinese)

Research progress of high refractive index epoxy resin

GUO Ya-ni , HE Jian , LUO Pei-yao

(School of Materials Science and Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: There are three types of methods to design and prepare epoxy optical resins with high refractive index: epoxy optical resins are prepared by organic or inorganic compounds containing high refractive index atoms such as sulfur and halogen, or by compounds with high refractive index chemical groups such as aryl; composite epoxy optical resins are prepared by mixing two or more of the epoxy resins. The existing epoxy optical resins have advantages of low shrinkage, great chemical resistance and dimensional stability, but their brittle nature, low hardness, weather resistance and degradation under ultraviolet restrict their application in some advanced fields. The factors which restrict development of the epoxy optical resins are not completely clear relationship between structures and properties, uneconomic and unfriendly preparation methods for environment and too much research on the materials' refractive index but too little on other properties. Thus, the study of getting the balance between other optical properties and mechanical properties of the materials upon the high refractive index should be paid more attention in the future.

Keywords: optical resins;epoxy;preparation method;high refractive index

本文编辑:龚晓宁