

光致变色液晶高分子信息存储材料研究进展

张会旗 李晨曦 黄文强 何炳林

(南开大学吸附分离功能高分子材料国家重点实验室, 高分子化学研究所, 天津, 300071)

提要 光致变色液晶高分子以其独特的优点在信息存储领域显示了光明的应用前景, 成为目前国际上研究的热点。本文系统阐述了光致变色液晶高分子的研究概况、光信息存储机理以及信息存储应用方面的研究进展。

关键词 光致变色液晶高分子, 可逆光信息存储

前言

光致变色液晶高分子是指同时具有光致变色性能与液晶性能的高分子材料。其最早报道见于1983年, Talroze^[1]及 Finkelmann^[2]等人将光致变色偶氮染料掺入液晶高分子内, 得到了掺杂型光致变色液晶高分子。同年, Finkelmann 等人^[2]与 Ringsdorf 等人^[3,4]将介晶单体与偶氮染料单体共聚, 得到了侧链上同时含有偶氮基团与介晶基团的光致变色液晶高分子。1985年, Coles 等人^[5]首先对光致变色液晶高分子的信息存储性能进行了研究, 此后光致变色液晶高分子信息存储材料的研究便日益活跃起来, 并很快成为信息存储领域研究的热点。本文重点介绍了光致变色液晶高分子信息存储材料的研究进展。

1 光致变色液晶高分子信息存储材料的信息存储机理及其优点

1985年 Coles 等人^[5]提出了光致变色液晶高分子信息存储的热记录方法 (Heat-mode writing)。即利用强激光照射预先取向的光致变色液晶高分子样品, 激光照射到的局部区域吸热温度迅速升高转变成各向同性的熔体, 光源移走后各向同性的熔体很快冷却成蜂窝状与焦锥状的光散射中心, 信息输入完成。不过, 利用此方法记录的信息稳定性较差。

1987年 Eich 等人^[6,7]提出了光致变色液晶高分子信息存储的光记录方法 (Photon-mode writing), 其基本原理可以用图1说明。

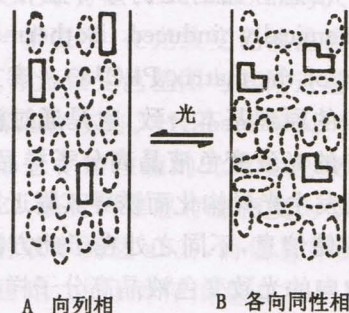


图1 光致变色液晶高分子信息存储原理示意图

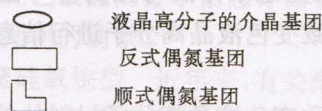


图1A是经过取向的含偶氮基团的光致变



张会旗 1969年生。1991年毕业于南开大学化学系高分子专业, 获理学学士学位。随后在本校化学系高分子专业攻读硕士学位, 因成绩优秀于1993年被推荐到南开大学高分子化学研究所攻读博士学位, 在何炳林教授指导下从事光致变色液晶高分子的合成与研究工

作。1996年毕业, 获理学博士学位。现为天津大学应用化学系讲师, 主要从事新型光致变色液晶高分子的合成与研究工作。

色液晶高分子的向列相示意图。在强偏振激光照射下,受照射的局部区域吸热升温至液晶相温度,同时偶氮基团发生顺反异构化而由棒状的反式结构转变成弯曲的顺式结构,从而对其周围的液晶相产生扰动,使其由各向异性转变为各向同性(见图 1B),光源移走后受照射的区域迅速冷至玻璃化温度以下,所记录的信息便冻结起来,信息输入完成。

与热记录方法相比,光记录方法具有可实现高分辨率与多重记录的优点^[8],所以光记录方法很快取代了热记录方法而成为光致变色液晶高分子记录信息的主要方法。

1988 年 Ikeda 等人^[9]又提出了光致变色液晶高分子信息存储的光诱导等温相转变方法(Photochemically induced isothermal phase transition of the matrix PLC's)。该方法与光记录方法的原理基本一致,也是通过激光照射已经取向的光致变色液晶高分子样品,使光致变色基团发生光异构化而诱导其附近区域的相转变来存储信息,不同之处在于此方法是先将已经取向的光致变色液晶高分子样品加热到液晶相温度,然后用强度较弱的非偏振激光进行信息的写入。

目前,光记录方法与光诱导等温相转变方法均是光致变色液晶高分子进行信息存储的常用方法。

由光致变色液晶高分子材料的信息存储机理可知,它作为可逆光信息存储材料具有有机光致变色材料及普通高分子光致变色材料无可比拟的优越性^[6,7,10~13]。首先,光致变色液晶高分子具有高分子材料的优异的可加工性能。其次,它是通过光致变色基团的光异构化对其周围液晶相有序排列的扰动来实现信息存储的,因此体系折射率变化要比普通光致变色高分子材料中仅靠光致变色基团光异构化引起的体系折射率变化大一个数量级,从而可以实现信息存储的高分辨率及高信噪比。第三,它可以通过用远离其吸收带波长的光读取体系折射率的变化来实现信息的读出,因而可以完全消除破坏

性读出问题。第四,其信息存储过程是在其玻璃化温度(T_g)以上进行的,存储完毕后降温至 T_g 以下,这样,光记录时光致变色基团通过光异构化引起的体系折射率变化就会被冻结起来,即使光致变色基团因热回复异构化回到其光照前状态(对于偶氮化合物即 $cis \rightarrow trans$),这种折射率变化也不会消失,因此使信息存储的热稳定性大大提高,甚至可以实现永久存储,而且记录的信息又可以通过将光致变色液晶高分子加热至其清亮点温度以上或利用激光照射处于液晶相温度的光致变色液晶高分子而消除。第五,由于偶氮等光致变色基团具有很好的抗疲劳性,因此可以实现多次重复擦写信息。可见,光致变色液晶高分子是非常有应用前景的可逆光信息存储材料。

2 光致变色液晶分子的研究概况及其信息存储性能

光致变色液晶高分子按制备方法不同可分为掺杂型及化学键联型两大类。

2.1 掺杂型光致变色液晶高分子

掺杂型光致变色液晶高分子可以通过将光致变色有机分子与液晶小分子同时掺入普通高分子材料(如 PMMA, PS, PVA 等)内获得^[14],也可以通过将光致变色有机分子掺入液晶高分子内获得^[11,15]。

Kawanish 等人^[14]对 BM Az/R 0571/PVA 掺杂型光致变色液晶高分子的信息存储性能进行了研究(见图 2),得到了分辨率高(6 μm)、存储时间长的记录结果。Ikeda 等人^[15]研究了 BM Az 与液晶高分子 PAPBn 及 PACBn(见图 2)形成的掺杂型光致变色液晶高分子的信息存储性能。结果发现,此体系所记录信息的热稳定性很好,而且可以实现信息的非破坏性读出。他们还进一步研究了不同光致变色偶氮化合物掺入同一种液晶高分子内对信息存储的影响。结果发现,偶氮分子体积愈大,光异构化对液晶相的扰动就愈大,而记录时响应时间也相应增

长^[11]。

掺杂型光致变色液晶高分子虽然制备方法简单,可是体系中光致变色化合物的掺杂量不能高,否则会产生相分离。

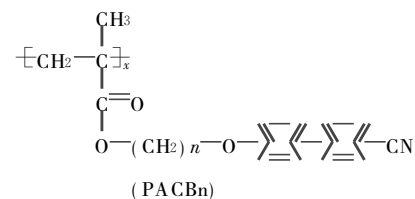
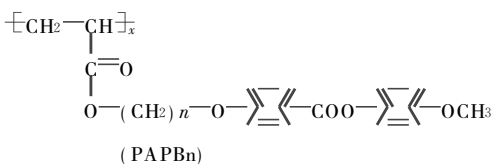
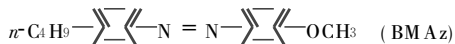
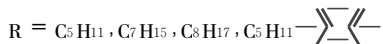
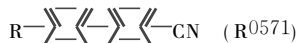


图2 液晶化合物、偶氮化合物及液晶高分子的化学结构式

2.2 化学键联型光致变色液晶高分子

按高分子主链结构不同,化学键联型光致变色液晶高分子主要分为聚(甲基)丙烯酸酯型、聚酯型及聚硅氧烷型3大类。

2.2.1 聚(甲基)丙烯酸酯型 聚(甲基)丙烯酸酯型光致变色侧链液晶高分子是目前研究最多的一类光致变色液晶高分子,它主要通过(甲基)丙烯酸酯型染料单体的自由基均聚及其与(甲基)丙烯酸酯型介晶单体的自由基共聚制得。下面将此方面的一些主要工作总结于表1。

Ikeda 等人对聚(甲基)丙烯酸酯型光致变色侧链液晶高分子的信息存储性能进行了深入研究。结果发现,光致变色侧链液晶高分子2与3(表1)的信息存储热稳定性很好,信息存储一个月后基本未变,存储分辨率可达2~4 μm ^[12,15,17]。而在光致变色侧链液晶高分子15(表1)上存储的信息经过8个月仍稳定存在^[34]。

2.2.2 聚酯型 自从1985年Ringsdorf等人^[35]利用酯缩合方法合成了第一个聚酯型光致变色液晶高分子1(表2)以来,聚酯型光致变

色液晶高分子信息存储材料的研究取得了很大进展,现将主要几类聚酯型光致变色液晶高分子归纳于表2。

Eich 等人^[6,7]对聚酯型光致变色液晶高分子2.4(表2)的信息存储性能进行了研究。他们利用偏振激光照射该光致变色液晶高分子样品使其吸热升温至液晶相温度,此时偶氮基团的光异构化会导致其周围液晶相有序排列的破坏,引起体系折射率的变化,光源移走后样品降温至 T_g 以下,所存信息便冻结起来。这种折射率的变化即使偶氮基团因热回复由顺式回到反式时也仍然保持,从而可以使所存信息稳定存在,据此他们提出了光致变色液晶高分子信息存储的光记录方法。Natansohn 等人^[37]的研究结果进一步表明,在光致变色液晶高分子材料中,偶氮等光致变色基团与其附近基团的协同运动是普遍存在的。Hvilsted 等人^[13]合成了具有优异信息存储性能的光致变色液晶高分子2.6(表2),该材料信息存储密度为5000条线/mm,衍射效率高达40%,而信息存储30个月仍很稳定,并且所存信息在将材料加热到80℃时即可完全消除。初步研究表明,该材料经过多次反复擦/写实验未发现疲劳现象。以上结果为光致变色液晶高分子信息存储材料的实用化展现了光明的前景。

2.2.3 聚硅氧烷型 近年来,有关聚硅氧烷型光致变色侧链液晶高分子的报道不少^[41~45],它们主要是通过金属络合物催化聚硅氧烷的硅氢($-\text{Si}-\text{H}$)与乙烯基取代的介晶单体及光致变色染料单体的加成反应制得的^[46]。不过,迄今为止,尚未见到有关聚硅氧烷型光致变色侧链液晶高分子信息存储性能方面的报道。这可能是由于聚硅氧烷型光致变色侧链液晶高分子较低的玻璃化转变温度会导致其信息存储稳定性差造成的^[13]。

除了以上3大类光致变色液晶高分子外,还有聚苯乙烯型^[47,48]、聚硫砜型^[49]等光致变色液晶高分子,这里就不再一一介绍了。

表 1 聚(甲基)丙烯酸酯型光致变色液晶高分子

编号	光致变色染料单体	介晶单体或共聚单体	文献
1	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	[16]
2	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_m\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_m\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	[15]
3	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_m\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_m\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$	[12, 17]
4	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_m\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ $n=3, 4, 6$	$\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ $\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3$	[18-21]
5	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	[22]
6	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OC}_4\text{H}_9$	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{R}$ $\text{R}=\text{CN}, \text{OCH}_3$	[23]
7	$\text{CH}_2=\text{CRCOO}(\text{CH}_2)_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$	$\text{CH}_2=\text{CR}'\text{COO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{X}$ $\text{R}=\text{R}'=\text{H}, \text{X}=\text{OCH}_3; \text{R}=\text{R}'=\text{CH}_3, \text{X}=\text{OCH}_3;$ $\text{R}=\text{H}, \text{R}'=\text{CH}_3, \text{X}=\text{CN}.$	[24]
8	$\text{CH}_2=\text{CRCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}(\text{CH}_3)_2$	$\text{CH}_2=\text{CR}'\text{COOCH}_3$ $\text{R}=\text{H}, \text{CH}_3$	[25]
9	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OR}^*$ $\text{R}^*=\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_3$	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$	[26]
10	$\text{CH}_2=\text{CHCONH}(\text{CH}_2)_5\text{CONH}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{N}(\text{CH}_3)_2)-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{R}$ $\text{R}=\text{CN}, \text{OCH}_3$	[27]
11	$\text{CH}_2=\text{CRCOO}(\text{CH}_2)_6\text{N}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}$	$\text{CH}_2=\text{CRCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{R}'$ $\text{R}=\text{H}, \text{R}'=\text{CN}; \text{R}=\text{H}, \text{R}'=\text{OCH}_3$	[28, 29]
12	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2)_m\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$ $n=2, 6$	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2)_m\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CONH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OR}$ $m=6, \text{R}=\text{CH}_3, \text{C}_4\text{H}_9$	[30]
13	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2)_m\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CONH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	[31]
14	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{R}$	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{R}'')-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{R}'$ $\text{R}, \text{R}'=(\text{S})\text{OCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5, \text{OCH}_3, \text{OC}_6\text{H}_{13}, \text{C}_{10}\text{H}_{21}, \text{NO}_2,$ $\text{R}''=\text{H}, \text{CH}_3$	[32]
15	$\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OC}_2\text{H}_5$		[33]
			[34]

表 2 聚酯型光致变色液晶高分子

编号	结构示意图	化学结构式	文献
1		$\left[\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{OOC}(\text{CH}_2)_n\text{COO}(\text{CH}_2)_2 \right]_x$	[35]
2.1		$\left[(\text{CH}_2)_6\text{OOCCHCOO} \right]_x$ $(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	[23]
2.2		$\left[(\text{CH}_2)_n\text{OOCCHCOO} \right]_x$ $(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ $n=6-10, 12-14, 16, 22$	[36]
2.3		$\left[\text{C}(=\text{O})-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{O} \right]_x$ $\text{R}=-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$	[37]
2.4		$\left[\text{CH}_2\text{PhCH}_2\text{OOCCHCOO} \right]_x$ $(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	[6]
2.5		$\left[(\text{CH}_2)_n\text{OOCCHCOO} \right]_x$ $(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$	[38]
2.6		$\left[\text{OC}(\text{CH}_2)_{12}\text{COOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{O}) \right]_x$ $(\text{CH}_2)_n\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	[13]
3.1		$\left[\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}(\text{CH}_2)_n\text{OOCCHCOO}(\text{CH}_2)_m \right]_x$ $\text{R}=(\text{CH}_2)_n\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Y}$ $\text{Y}=\text{CN}, \text{OCH}_3$	[35]
3.2		$\left[\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}(\text{CH}_2)_n\text{OOCCHCOO}(\text{CH}_2)_m \right]_x$ $(\text{CH}_2)_m\text{OR}$ $\text{R}=-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$ $-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$	[39]
4		$\left[(\text{CH}_2)_n\text{OOCCHCOO} \right]_x$ $(\text{CH}_2)_6\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OR}$ $\text{R}=-\text{CH}_2\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$	[40]

3 结束语

自从首例光致变色液晶高分子产生至今,在短短的十多年时间里,光致变色液晶高分子信息存储材料的研究取得了令人瞩目的进展。但是在通往实用化的道路上仍面临一些问题,主要表现在目前研究的大多数光致变色液晶高分子信息存储材料的吸收波长均在紫外区,而紫外激光光源价格昂贵,如何制备出在价廉的半导体激光光源波长范围内具有吸收性能优异的光致变色液晶高分子信息存储材料是当务之急,以上问题的解决将为光致变色液晶高分子信息存储材料的实用化奠定基础。

4 参考文献

- 1 Talroze R V, Shibaev V P, Sinitzyn V V, et al. Polym Prepr, Am Chem Soc, Div Polym Chem, 1983, 24(2): 309~310
- 2 Finkelmann H, Benthack H, Rehage G. J Chim Phys Phys Chim Biol, 1983, 80: 163~168
- 3 Ringsdorf H, Schmidt H-W, Schneller A. 12 Freiburger Arbeitstagung Flusigkristalle, Freiburg, 1982
- 4 Ringsdorf H, Schmidt H-W, Baur G, et al. Polym Prepr, Am Chem Soc, Div Polym Chem, 1983, 24(2): 306~308
- 5 Coles H J, Simon R. Polymer, 1985, 26: 1801~1806
- 6 Eich M, Wendorff J H. Makromol Chem, Rapid Commun, 1987, 8: 59~63
- 7 Eich M, Wendorff J H. Makromol Chem, Rapid Commun, 1987, 8: 467~471
- 8 Tazuke S, Ikeda T. in: The Effects of Radiation on High Technology Polymers, Reichmain E, Donnell J H, Eds. ACS Symposium Series 381, Am Chem Soc: Washington, D C, 1989, 209~223
- 9 Ikeda T, Horiuchi S, Karanjit D B, et al. Chem Lett, 1988, 10: 1679~1682
- 10 Ikeda T, Miyamoto T, Kuribara S, et al. Mol Cryst Liq Cryst, 1990, 188: 207~222
- 11 Ikeda T, Miyamoto T, Kuribara S, et al. Mol Cryst Liq Cryst, 1990, 188: 223~233
- 12 Ikeda T, Horiuchi S, Karanjit D B, et al. Macromolecules, 1990, 23: 42~48
- 13 Hvilsted S, Andruzzi F, Kulinna C, et al. Macromolecules, 1995, 28: 2172~2183
- 14 Kawanishi Y, Tamaki T, Ichimura K. J Phys D: Appl Phys, 1991, 24: 782~784
- 15 Ikeda T, Kurihara S, Karanjit D B, et al. Macromolecules, 1990, 23: 3938~3943
- 16 Ringsdorf H, Schmidt H-W. Makromol Chem, 1984, 185: 1327~1334
- 17 Ikeda T, Horiuchi S, Karanjit D B, et al. Macromolecules, 1990, 23: 36~42
- 18 李敏, 周恩乐, 杨春才等. 功能高分子学报, 1993, 6(4): 339~345
- 19 李敏, 周恩乐, 徐纪平. 高等学校化学学报, 1993, 14(12): 1756~1759
- 20 李敏, 李洪云, 周恩乐等. 应用化学, 1993, 10(4): 43~46
- 21 Li Min, Zhou Enle, Xu Jiping, et al. Polym Bull, 1995, 35: 65~72
- 22 Hayashi T, Kawakami H, Doke Y, et al. Eur Polym J, 1995, 31(1): 23~28
- 23 Engel M, Hisgen B, Keller R, et al. Pure & Appl Chem, 1985, 57(7): 1009~1014
- 24 Koide N, Ogura S, Aoyama Y, et al. Mol Cryst Liq Cryst, 1991, 198: 323~330
- 25 黄智化, 杨春才, 汤心颐, 等. 高等学校化学学报, 1994, 15(1): 136~139
- 26 Haitjema H J, Morgen G L V, Tan Y Y, et al. Macromolecules, 1994, 27: 6201~6206
- 27 Ringsdorf H, Urban C. Makromol Chem, 1992, 193: 1235~1247
- 28 Cabrera I, Krongauz V. Macromolecules, 1987, 20: 2713~2717
- 29 Yitzchaik S, Cabrera I, Buchholtz F, et al. Macromolecules, 1990, 23: 707~713
- 30 Cabrera I, Dittich A, Ringsdorf H. Angew Chem, Int Ed Engl, 1991, 30(1): 76~78
- 31 Ruhmann R, Zschuppe V, Ditter M, et al. Makromol Chem, 1992, 193: 3073~3082
- 32 Czapla S, Ruhmann R, Rubner J, et al. Makromol Chem, 1993, 194: 243~250
- 33 Chiellini E, Angeloni A S, Laus M, et al. Polym Prepr, 1993, 250~251
- 34 Ikeda T, Tsutsumi O. Science, 1995, 268: 1873~1875
- 35 Reck B, Ringsdorf H. Makromol Chem, Rapid Commun, 1985, 6: 291~299
- 36 Bohme A, Novotna E, Kresse H, et al. Makromol Chem, 1993, 194: 3341~3348
- 37 Natansohn A, Rochon P, Pezolet M, et al. Macromolecules, 1994, 27: 2580~2585
- 38 Bohme A, Lindau J, Rotz U, et al. Makromol Chem, 1992, 193: 2581~2588
- 39 Rotz U, Lindau J, Fischer H, et al. Polym Bull, 1992, 27: 481~486
- 40 Hvilsted S, Andruzzi F, Ramanujam P S. Opt Lett, 1992, 17: 1234~1236

41

Hsiue G H, Wen J S, Hsu C S· Polym Bull, 1993, 30, 141~148

42

Cabrera I, Krongauz V, Ringsdorf H· Angew Chem Int Ed Engl, 1987, 26, 1178~1180

43

张其震, 王艳, 侯建安, 等 . 高等学校化学学报, 1994, 15 (8) : 1240~1243

44

张其震, 王艳, 侯建安, 等 . 高等学校化学学报, 1994, 15 (10) : 1563~1566

45

张其震, 张静智, 王艳 . 高分子学报, 1996, 1, 121~125

46

Speier J L· in: Homogenous Catalysis of Hydrosilation by Transition Metals· Academic Press, New York (Advances in Organometallic Chemistry) , 1979, Vol. 17, 407~445

47

Imrie C T, Karasz F E, Attard G S· Macromolecules, 1994, 27, 1578~1581

48

Crivello J V, Deptolla M, Ringsdorf H· Liq Cryst, 1988, 3, 235~240

49

Braun Q, Hem R P, Arnold N· Makromol Chem, Rapid Commun, 1987, 8, 359~363

Advance in Photochromic Liquid Crystalline Polymers for Reversible Optical Information Storage

Zhang Huiqi, Li Chenxi, Huang Wenqiang, He Binglin
(*The State Key Laboratory of Functional Polymer Materials for Adsorption and Separation, Institute of Polymer Chemistry, Nankai University, Tianjin 300071*)

Summary Photochromic liquid crystalline polymers have been the subject of intensive research in recent years due to their great potential application in reversible optical information storage. This paper systematically reviews their progress, optical recording mechanisms, and possible applications.

Key words Photochromic liquid crystalline polymers, Reversible optical information storage

(上接第 80 页)

15

Zentel R· Polymer, 1992, 33(19) : 4040~4046

16

Kiss G· Polym Eng Sci, 1987, 27(6) : 410~423

17

Lundberg R D· US Pat, 4480063. 1984

18

Weiss R A, Rajagopalan P, Brack H P, et al· J Polym Sci: Part B: polym Phys, 1995, 33, 495~503

19

Xinya Lu, Weiss R A· J Polym Sci: Part B: polym Phys, 1996, 34, 1795~1806

20

周春林, 张中权, 江明· 高分子学报, 1994, 4, 463~469

Liquid Crystalline Ionomer

He Hanhong, Liang Bourn, Wang Qingrui
(*College of Material Science & Engineering, China Textile University, Shanghai 200051*)

Summary Liquid crystalline ionomer(LCI) is a new kind of polymer which has the structure characteristics of both liquid crystalline polymers and ionomers. Based on the papers reported on this subject, the classification, the synthesis and the characterization of LCI were briefly reviewed in this article. A perspective on the developments of LCI was also given.

Key words Liquid Crystal, Ionomer, Liquid crystalline ionomer, Synthesis, Characterization