

有机电致发光材料的研究进展及应用^{*}

蒋智强 杨 其

(四川大学高分子科学与工程学院,成都 610065)

摘要 简要论述有机电致发光设备的发光机理、器件结构及彩色显示方法。详细介绍有机电致发光材料的种类、组成、特点和研究近况,并对其用途和前景,尤其在军事领域的应用作了一定介绍。另外还指出了有机电致发光在商业化过程中一些急待解决的问题

关键词 有机发光材料 进展 应用

信息技术的持续快速发展对信息显示系统的性能,如亮度、对比度、色彩变化、分辨率、成本、能量消耗、质量和厚度等均提出了高的要求。在已有的成熟显示技术中,电致发光显示设备能够满足上述性能要求,另外它还具有宽视角、较宽的工作温度范围和固有的强度等优点。电致发光显示设备一般包括发光二极管(LED)、粉末磷设备、薄膜电致发光设备(TFEL)和厚介质电致发光设备等^[1]。目前的信息显示市场上真正的参与者主要是TFEL和有机LED(OLED)。OLED技术的发展时间并不很长,但发展速度较快。近几年,随着市场对高质量、高可靠性、大信息量显示器件的需求日益增加,OLED技术更是得到了长足的发展,目前已有多种OLED产品投入市场^[2]。

1997年,日本Pioneer公司推出配备有绿色点阵OLED的车载音响,并建立了世界上第一条OLED生产线。1998年,日本NEC、Pioneer公司各自研制出5英寸无源驱动全彩色四分之一显示绘图阵列(QVGA)有机发光显示器。2000年,Motorola公司推出了有机显示屏手机。2002年,Toshiba公司推出了17英寸的全彩色显示器。清华大学与北京维信诺公司共同开发出国内首款多色OLED手机模块。2003年,台湾奇美电子公司与IBM合作推出20英寸的OLED显示器。2004年5月,日本精工爱普生公司研制成功的40英寸大屏幕OLED显示器以全彩、超薄、动态影像显示流畅的特点成为OLED显示市场上最大的亮点。2006年,首尔半导体株式会社的子公司Seoul Optodevice Co. Ltd.以控股方式与美国Sensor Electronic Technology公司共同开发生产的世界唯一的短波长紫外发光二极管(UVLED)产品已开始量产。UVLED只发射所需波长,高效且环保,产品非常小巧,尺寸小于1cm,且低功耗,是深受瞩目的下一代紫外线光源半导体元件。韩国主要LED供应商Seoul Semiconductor公司已投资4000万美元,以批量生产其发明的新型LED。这种LED只需简单的电路就可以直接连接110V或者220V交流电源,不需要使用AC转换器。

作为新一代平板显示器件,OLED具有如下优点:①设计方面。结构简单,成品率高,成本低;不需要背景光源和滤光片,因而可以制造出超薄、质量轻、易于携带的产品。②显示方面。主动发光、视角范围大;响应速度快,图像稳定;亮

度高、色彩丰富、分辨率高。③工作条件。驱动电压低、能耗低,可与太阳能电池、集成电路等相匹配。④适应性广。采用玻璃衬底可实现大面积平板显示。如用柔性材料做衬底,能制成可折叠的显示器^[3]。⑤由于OLED是全固态、非真空器件,具有抗震荡、耐低温(-40℃)等特性,在军事方面也有十分重要的应用,如用作坦克、飞机等现代化武器的显示终端^[4]。

OLED的主要应用领域包括:

(1) 壁挂电视与电脑显示器。OLED具有高亮度、宽视角、高对比度、色彩丰富等特性,尤其是重叠像素OLED(SOLED)显示技术能够提供比传统显示技术高3倍的分辨率,可调节色彩及像素尺寸到无限小,适合于高清晰显示器。OLED显示器比液晶显示器(LED)更轻、更薄,制造的壁挂电视更美观、更节省空间。

(2) 通讯终端与仪表显示。工作空间狭小的汽车驾驶室给OLED显示器提供了用武之地,OLED工作电压低、能耗低,它可大大减少汽车驾驶室内热量和电子噪声的产生。日本先锋汽车公司率先将OLED显示器技术应用于他们的汽车音响设备上。这种显示器与传统的LCD相比具有更快的响应速度、更丰富的色彩、更长的寿命,且能够提供更宽的视角。OLED色彩柔和、无拖影,由于自发光,即使在阳光下亦可清晰显示。日本精工株式会社已将OLED显示技术应用于汽车、摩托车等各种车辆仪表的显示屏幕上,大大改善了仪表的显示质量。

(3) 军事与航天领域。OLED有极佳的抗震性及宽温度特性(-40~70℃),能在恶劣的环境中正常工作,可用于机载显示设备。预计未来OLED的军事应用主要涉及^[5]夜视设备、航空和车载用穿戴式头盔显示器、舰载/航海系统、虚拟任务训练系统、战况警觉、加固型个人数字助理(PDA)等。

(4) 透明OLED(TOLED)与柔软OLED(FOLED)。美国通用显示公司研发的TOLED与FOLED将改变传统显示器概念,它为人们提供一种像玻璃一样透明、像纸一样柔软的

^{*} 教育部科学技术研究重点项目资助(106133),四川省应用基础研究资助项目(04JY029-071-4)

收稿日期:2006-11-07

显示器。该技术将应用于 PDA、移动电话等便携式电子设备中, 这将大大减轻设备的质量, 同时也大大改善这些设备的显示容量, 为移动电话实现多媒体功能奠定了物质基础。FOLED 被日本、欧美的科学家称为梦幻般的技术。美国军方对 FOLED 技术也情有独钟, 军方实验室投资开发能卷进钢笔大小通话设备的显示屏。美国国防部高级计划研究局也正在进行战场电子地图的研发。

因此, OLED 的应用前景广阔, 其材料必将成为研究与应用开发的热点。

1 有机电致发光的原理及器件结构

1.1 发光原理

有机物的半导性质归功于材料分子内移位的 π 键, 对于聚合物来说则是沿着聚合物链的 π 键。 π 键或 π^* 反键轨道形成了移位的原子价和传导性能, 它们的交迭分别产生分子最高占据轨道 (HOMO) 和分子最低空轨道 (LUMO)。通过在分子或聚合物链间的跳跃, 在有机物中产生电荷传输。在外部电压驱动下, 电子和空穴从一个低工作电压 (3 ~ 4 eV) 的阴极和一个高工作电压 (约 5 eV) 的阳极被分别注入各自的能带中, 在结合区中形成一个激子 (如图 1 所示), 从而发光。一般认为电荷注射是隧道注射 (或 Fowler-Nordheim 注射) 和空间电荷受限注射的结合。在有机材料中注入的电子有很高的机率被负电性的杂质 (如含有氧或醛状链的物质) 捕获, 这导致了较低电子迁移率, 尤其在一些小分子设备中或电子数量低于空洞数量的状态下。因此这种载波结合区将会向阴极转变, 在阴极发光受到很大限制。

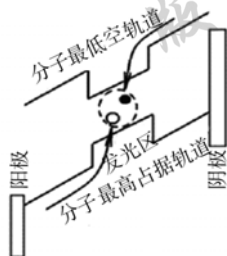


图1 OLED 设备的发光原理

1.2 发光器件结构

为了解决上述问题, 在构建发光器件时, 引入附加层 (如图 2 所示), 如电子传输层 (通常它也是发光层)、空洞传输层和空洞阻碍层等。通过它们来维持结合区中电子和空洞浓度的近似相等。

具体的 OLED 器件由以下部分组成。

(1) 注入层。理想阴极是以低功函数金属作为注入层, 以具有较高功函数的稳定金属 (Mg/Ag, Li/Al) 作为钝化层。阳极是由透明或半透明导体制成的, 一般为高功函数的氧化铟锡 (ITO)。理想的 OLED 需表面粗糙度小的高质量玻璃基片。

(2) 传输层。有机电致发光薄膜器件的特点是均有电子传输层与空穴传输层, 而发光层却不一定单独存在 (电子

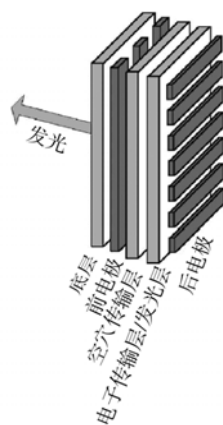


图2 OLED 设备示意图

或空穴传输层可以既为传输层又为发光层)。一般情况下这些薄膜器件都表现出单向极化特性, 以便使空穴与电子的复合在发光层中进行, 因此要使器件具有更好的电光性能, 各薄膜之间的能级匹配十分重要。如金属电极薄膜就应该有尽可能低的功函数, 以便电子更易注入电子传输层。从电子与空穴传输的角度, 如果有机空穴传输 (HTL) 薄膜分子的 LUMO 比电子传输 (ETL) 薄膜分子的 LUMO 高很多, 将阻碍电子注入 HTL, 同样如果 ETL 的 HOMO 比 HTL 的低很多, 也将限制空穴进入 ETL。有机电致发光由于是一种注入式发光, 因此在器件的薄膜设计上除了考虑电子空穴传输特性之外, 还要考虑 ETL 与 HTL 之间的能带匹配, 特别是当发光层在 HTL 侧或 ETL 侧时, 应充分考虑两层薄膜能级上的差异, 以尽可能将电子空穴的复合区放在发光媒介区, 以获得最大的发光效率。

作为电子输运材料 (ETM) 的荧光染料化合物必须热稳定和表面稳定, 有机金属络合物具有足够的热稳定性。为了保证有效的电子注入, ETM 的 LUMO 能级应与阴极的功函数相匹配。8-羟基 喹啉 (Alq) 被广泛用于绿光电致发光, 二-(2-甲基-8-羟基 喹)-4-联苯酚铝 (Balq) 和 4,4'-二(2,2-二苯乙烯基)-1,1'-联苯 (DPVBi) 则被广泛应用于蓝光电致发光。空穴输运材料 (HTM) 属于芳香胺化合物类, 其热稳定性必须很好。绝大多数 HTM 用的是 N,N' -二苯基- N,N' -二(3-甲基苯基) 联苯胺 (TPD) [玻璃化转变温度 (T_g) 为 60℃], 最稳定的器件采用 N,N -二苯基- N,N' -二(2-萘基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺 (NPB) ($T_g = 100^\circ\text{C}$)。K. Okumoto 等^[6]发现了两种新的空穴传输无定形分子材料 N,N,N',N' -四(9,9-二甲基-2-茚基)-1,1'-联二苯-4,4'-二胺 (FFD) 和 N,N' -二[9,9-二甲基-2-茚基]- N,N' -联苯-9,9-二甲基茚-2,7-二胺 (PFFA)。这两种材料的 T_g 分别高达 165℃ 和 131℃, 远高于 TPD, 它们有很高的空穴迁移率, 传输机理与 TPD 相似, 可制得热稳定的 OLED 设备。

(3) 发光层。可通过在荧光基体材料中掺杂一定量的荧光掺杂剂来制备发光层。基体材料通常与 ETM 或 HTM 采用的材料相同, 荧光掺杂剂是热和光化学稳定的激光染

料。荧光掺杂剂必须具有较高的量子效率和足够的热稳定性,升华而不会分解。其中,芘作为蓝光发射层的掺杂剂,2-(2-苯氧基乙氧基)乙基三甲基氯化铵(MQA)作为绿光发射层的掺杂剂,红荧烯为黄光发射层的掺杂剂,二氯甲烷为橙红色光发射层的掺杂剂^[7]。电致发光器件的发光颜色取决于发光材料的荧光光谱,为了改变器件的发光光谱,可以在发光层材料中掺入适当的掺杂剂。电子和空穴的平衡注入是影响电致发光器件效率的最主要原因之一。

1.3 彩色显示方法

获得全色有机电致发光显示的方法有如下几种:①由覆盖有红、绿或蓝色吸收滤色片的白色发光层组成的大面积电致发光设备,这是获得全色显示最简单的方法,它是在研发LCD和电子耦合设备(CCD)时形成的一种成熟的滤色片技术。②采用红、绿、蓝三种有机电致发光材料,该发光层为三层结构。③通过电压^[8-9]、电流、局部温度或其它参数控制,可获得从蓝到红调控发光的OLED。④采用蓝色电致发光材料及光致发光的颜色转换材料获得全色显示。除蓝色外,由蓝色光激发光致发光材料,靠外部激发能量转移分别获得绿色和红色光。这种方法的优点是效率高,可不再使用滤色片(滤色片效率低,大致要浪费2/3的发射光)^[10-11]。

2 OLED发光材料

用作电致发光的有机材料应具备以下特征:①在可见光区内具有较高的荧光量子效率或具有较高的导电率,能有效地传递电子或空穴。②有较好的成膜性。③具有良好的稳定性和机械加工性能。从目前的研究成果看,作为有机电致发光器件核心的发光材料主要分为有机金属配合物和聚合物两大类。

2.1 金属配合物

金属配合物既具有有机物高荧光量子效率的优点,又具有无机物稳定性好的特点,因此被认为是最有应用前景的一类发光材料。许多金属配合物在溶液中有高效的荧光量子产率,而在固体中的荧光却弱得多。这主要是因为溶液中溶剂分子可以充当配体,满足配位数的要求,而在固体中,由于配位数不饱和,所以稳定性差,在真空蒸镀时容易分解,因此用于电致发光的金属配合物要求金属配位数应饱和。常用的金属离子有 Be^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Al^{3+} 、 Ga^{3+} 及稀土元素如 Eu^{3+} 、 Gd^{3+} 等,金属配合物发光材料主要有8-羟基喹啉类配合物、10-羟基苯并喹啉类配合物、Schiff碱类金属配合物及稀土配合物等。R. Reyes等^[12]用一种3价稀土元素(Sm, Eu)复合物(结构如图3所示)作为发光层制得了电压控制发光的OLEDs。经研究发现,这种设备的颜色取决于 Sm^{3+} 和 Eu^{3+}

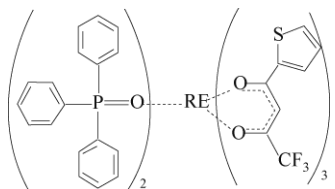


图3 3价稀土元素复合物的分子结构图

的发射光,这两种发射光的比率可以通过施加于设备上的偏压来控制,从而得到了通过电压控制颜色的发光源。

2.2 聚合物

电致发光聚合物具有易成膜及易实现大面积显示的优点。目前,对于电致发光聚合物的研究主要集中在寻找高效且寿命长的聚合物电致发光材料、优化器件的制备工艺这两个方面,以便制备性能卓越的聚合物电致发光器件。聚合物电致发光材料又可分为共轭聚合物、含金属配合物的聚合物、掺杂的聚合物等。

2.2.1 共轭聚合物

这类聚合物是研究最早、也是目前研究最多的一类聚合物电致发光材料,它包括以下5类聚合物:

(1) 聚对亚苯基亚乙烯基(PPV)及其衍生物。PPV是最早报道的聚合物电致发光材料^[13]。虽然PPV本身不溶于任何溶剂,但其前聚物可以旋涂,而且在苯环上引入长链烷烃或烷氧基后的取代PPV,即PPV的衍生物,可溶于很多有机溶剂,所以PPV克服了聚乙炔不溶不熔、易氧化等诸多缺点。

PPV及其衍生物是目前性能较好,最有希望商业化的聚合物电致发光材料。PPV及其衍生物的主要特点有:①大多同时具备电子、空穴和发光三项功能,单独制膜即可制备器件。②通过共轭链骨架上取代基的修饰或通过控制共轭链的长度,可以得到不同波长的发射光。③薄膜制备工艺简单,成膜性好,可制备大面积发光层,成本低。④容易实现人们预想的软屏显示,即全塑的平面显示器。

目前,合成可溶性好、分子质量可控、分散度低的PPV衍生物仍然有许多困难。因此PPV及其衍生物的新的合成路线研究仍然是一个热点,这对于它的实际应用有重要的意义。

(2) 聚吩及其衍生物。聚吩的衍生物也是一类很好的电致发光显示材料,它的主要优点在于:通过调节共轭链节的长度、取代基的种类和聚合物的规整度,可以很容易地调控发光颜色。近年来,形式多样的聚吩衍生物被合成出来,它们具有优良的电致发光性能。研究表明,ITO电极上涂布一层聚二氧乙基吩(PEDOT)/聚对苯乙烯磺酸(PSS),能够显著降低空穴注入界面的阳极能垒高度,从而极大提高发光效率,降低驱动电压,延长器件的寿命^[14],显著改善器件的综合性能。因此,目前国内外众多有机电致发光研究小组均采用ITO电极上涂布一层PEDOT/PSS作为阳极材料。

(3) 聚噻二唑及其衍生物。噻二唑是一类性能优良电子传输材料,含有噻二唑结构单元的聚噻二唑材料具有良好的耐热性和较高的玻璃化转变温度。科研工作者们估计,如果在聚合物链中引入噻二唑基团,则有可能使聚合物材料既能发光又有电子传输能力,这样就可简化器件结构,减小器件的厚度,提高载流子的注入效率。张田林等^[15]合成了6种2,5-二[4-(2-芳基乙烯基)苯基]-1,3,4-恶二唑化

合物。研究结果表明, 2, 5-二[4-(2-对二甲氨基苯基乙烯基) 苯基]-4, 3, 4-恶二唑具有良好的蓝色发光性能。

(4) 聚三苯胺类聚合物。三苯胺(TPA) 类聚合物有良好的空穴传输性能, 作为空穴传输材料使用时, 不但能有效地传输空穴, 而且由于其 LUMO 能级较高, 阻挡了电子进入该层, 有效地避免了电子穿过该层到达正极造成器件的击穿。同时, TPA 基团还可阻止双键的氧化, 从而提高器件的稳定性。邹应萍等^[16]合成了三苯胺二醛和 1-甲氧基-4-辛氧基-2, 5-二甲苯双(三苯基氯化磷) 两种单体, 通过 Wittig 反应制得了共轭聚合物 TPA-聚 3-甲氧基-6-辛氧基亚苯基亚乙烯基(MOPPV), 结构如图 4 所示。这类共轭聚合物的氯仿溶液和膜在紫外光激发下能发出强的蓝绿光, 与 TPD 相比, 具有相对较高的热稳定性和良好的成膜性。该类聚合物具有很好的空穴传输能力, 与同类 PPV 型聚合物相比, 具有较低的驱动电压和较高的发光亮度, 是一种潜在的有机聚合物电致发光材料。

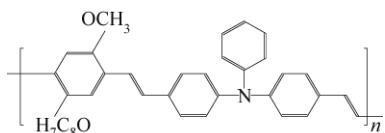
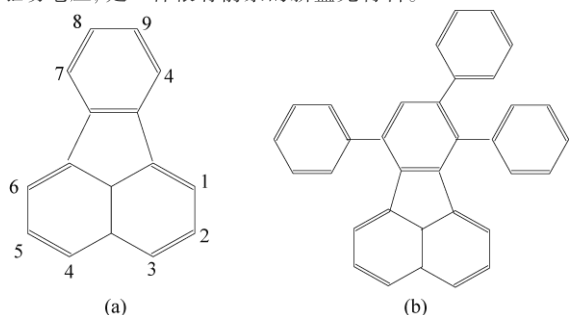


图 4 TPA-MOPPV 分子结构示意图

(5) 聚烷基茱萸。聚茱萸是一种具有刚性平面联苯结构的化合物, 可以通过苯环上有限的几个反应点, 特别是 9 位碳, 得到一系列衍生物。因此, 聚茱萸及其衍生物也已成为一种非常重要并被许多学者认为最有希望商业化的蓝光材料。由于含有一刚性的平面内联苯单元, 其热稳定性和光学稳定性都比较高, 超过了 PPV, 并且在溶液中和固态时都具有较高的荧光量子产率(0.6 ~ 0.8)^[17]。聚茱萸在 200℃ 的环境下发光 72 h 而光谱仍然保持稳定, 解决了发光稳定性的问题^[18]。此外, 聚茱萸还可通过共聚、共混和改性的方法得到不同的发光颜色及较高的亮度, DOW 公司用类似的办法制得荧光量子产率 0.9, 亮度高达 7400 cd/m² 的绿光器件^[19]。R. C. Chiechi 等^[20]发现了一种与聚茱萸很相似的聚合物——茱萸。它可以作为蓝光发射物, 结构如图 5a 所示。

研究表明, 7, 8, 10-三苯基茱萸(结构见图 5b) 是一种高效的固态蓝光发射小分子, 它具有可观的发光效率和较低的驱动电压, 是一种很有前景的新蓝光材料。



a—茱萸; b—7, 8, 10-三苯基茱萸(TPF)

图 5 茱萸类的分子结构图

2.2.2 含金属配合物的聚合物

含金属配合物的聚合物材料以前主要用分析化学中的分离试剂, 直到最近几年才开始用于电致发光材料, 目的是希望把金属配合物的强发光性能和聚合物材料的加工性能结合起来。它包括以下 2 类:

(1) 高分子配合物。通常以聚合物链作为一部分配体。目前研究比较多的是稀土元素、β-二酮、丙烯酸三元配合物的均聚物和共聚物^[21~24]。

(2) 配位聚合物。以配体和金属离子作为聚合物的主链, 一般都是含 8-羟基 喹金属螯合物的聚合物。典型的例子是聚 喹铝、双 8-羟基 喹锌及双 8-羟基 喹-席夫碱-锌^[25~27]。

C. J. Walsh 等^[28]通过用吡咯来冷凝 3-甲氧基 9-己基咪唑来得到一种四咪唑基取代的吡咯, 从而得到了一种新的带有咪唑的光电材料, 进而又制备了相应的锌衍生物, 发现该衍生物表现出了突出的电子特性。在多层 OLED 中可以用来帮助限制空洞和阻隔电子, 这种新的吡咯系统可作为一种有效的 HTL 材料, 有关研究正在进行。

D. K. Rayabharapu 等^[29]第一次阐明了基于烯炔 喹和同等 喹框架的铱复合物的合成方法。基于这些铱复合物的 OLED 设备能够发出高饱和的红光, 同时能达到高的外部量子效率和亮度。

2.2.3 掺杂的聚合物

将有机小分子发光材料掺杂到聚合物体系中。一方面, 在一定条件下会出现典型的浓度淬灭现象; 另一方面, 大多数小分子发光材料与聚合物的相容性差, 因而难以分散均匀, 容易发生相分离。同时, 掺杂后的材料透明性变差, 且聚合物的力学性能下降, 因此难以获得高质量的发光材料。

2.2.4 其它类聚合物

已用于 OLED 的聚合物还有聚对苯(PPP)、聚对亚苯基亚乙炔(PPE)、聚吡咯(PPY)、聚对吡啶乙炔撑(PPYV)、聚乙烯咪唑(PVK)^[30]等(结构式见图 6 所示)。

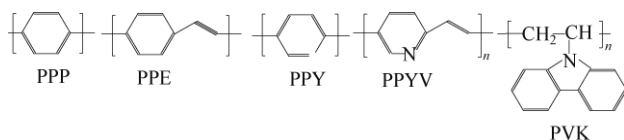


图 6 其它电致发光聚合物的分子结构图

Y. F. Wang 等^[31]通过一种简单的方法合成了一种新颖的芳香族胺化合物, 在较低温度下制备了含有 β-萘二苯基胺的未氟化和氟化的主链聚酰亚胺。整体的芳香结构使该聚合物具有出色的热稳定性。另外, 在聚合物主链上加入的功能单位 β-萘二苯基胺可以增强它的溶解性。这种聚合物表现出了良好的成膜特性和电致发光设备中的空洞传输能力, 在 13 V 的外加电压下最大亮度可达 355 cd/m²。

Jae Seok Heo 等^[32]制得了一种全新的 LED, 结构如图 7a。原子力显微镜(AFM)显示其表面形态为一种典型的阴影屏罩, 如图 7b。这种屏罩由六边形的封闭包裹的尺寸约

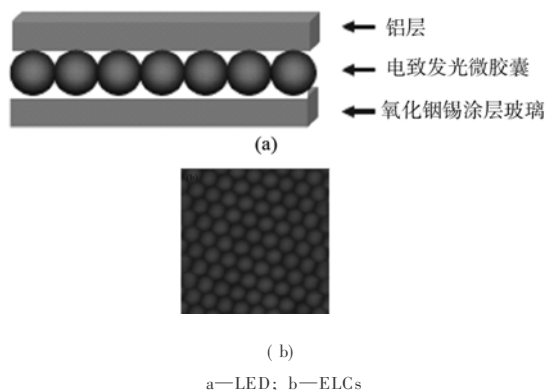


图7 LED及其ELCs的AFM照片

为170 nm的电致发光纳米胶囊(ELCs)构成的单分子层组成。ELCs可以通过乳化共聚合反应来生成,通过选择合适基体聚合物和其它组分来控制电致发光设备的性能。这种三维聚合物纳米胶囊有望成为发光层材料的新宠。

3 结语

有机电致发光材料在短短几年内不断实现突破,取得了令人瞩目的进展,对传统的显示材料构成了强有力的挑战,目前世界上与之相关的科研力量都在不遗余力的开展这方面的工作。虽然有机电致发光材料研究已经取得巨大的成果,但是OLED在商业化的过程中还有一些亟待解决的问题,如发光机理的基础性研究,与全色显示器有关材料、器件的研究,三线态发光材料的研究,效率、亮度、寿命等的提高,新型有机电致发光材料的探索等。

参考文献

- 1 Krasnov A N. Electroluminescent Displays: History and Lessons Learned Displays, 2003, 24: 73 - 79.
- 2 贺泽东. 湖北汽车工业学院学报, 2005, 19(2): 67 - 70.
- 3 Yang Y, et al. Applied Physics Letters, 1994, 64(10): 1245 - 1247.
- 4 Hatalis, et al. Proceedings of the SPIE—The International Society

- for Optical Engineering, 1997, 3057: 277 - 286.
- 5 陈敬东,等. 舰船电子工程, 2003(5): 23 - 27.
- 6 Okumoto K, et al. Materials Science and Engineering, 2001, B85: 135 - 139.
- 7 郑新友,等. 发光学报, 2002, 23(4): 357 - 360.
- 8 Berggren M, et al. Nature, 1994, 372: 444 - 446.
- 9 Tasch S, et al. Appl Phys Lett, 1996, 68: 1090 - 1092.
- 10 Tokailin H, et al. US, 5126214[P]. 1992-06-30.
- 11 Tasch S, et al. Advanced Materials, 1997(9): 33 - 36.
- 12 Reyes R, et al. Chemical Physics Letters, 2004, 396: 54 - 58.
- 13 黄玲,等. 化学学报, 2000, 58(12): 1493 - 1498.
- 14 De Jong M P, et al. Appl Phys Lett, 2000, 77(14): 2255 - 2257.
- 15 张田林,等. 有机化学, 2005, 25(8): 997 - 1000.
- 16 邹应萍,等. 高分子学报, 2006, 2(1): 129 - 135.
- 17 Klaerner G, et al. Macromolecules, 1998, 31: 2007 - 2009.
- 18 刘海鹏,等. 武汉化工学院学报, 2000, 23(4): 29 - 32.
- 19 Palilis L C, et al. Syn Mat, 2000, 111: 159 - 163.
- 20 Chiechi R C, et al. Materials, 2006, 18: 325 - 328.
- 21 凌启谈,等. 高分子通讯, 1998(1): 48 - 58.
- 22 王冬梅,等. 发光学报, 2000, 21(3): 261 - 264.
- 23 唐洁渊,等. 高分子学报, 2001(4): 480 - 483.
- 24 唐洁渊,等. 化学学报, 2001, 59(12): 2202 - 2208.
- 25 陈晓红,等. 发光学报, 2002, 23(1): 33 - 36.
- 26 Liang F S, et al. Chinese Journal of Luminescence, 2002, 23(1): 12 - 16.
- 27 谭松庭,等. 发光学报, 2003, 24(1): 51 - 55.
- 28 Walsh C J, et al. Journal of Porphyrins and Phthalocyanines, 2001(5): 803 - 805.
- 29 Rayabarapu D K, et al. 2005, 17(3): 349 - 353.
- 30 孟凡宝,等. 化工新型材料, 2000, 28(11): 29 - 32.
- 31 Wang Y F, et al. Units Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry, 2000, 38: 2032 - 2040.
- 32 Jae Seok Heo, et al. Advanced Materials, 2005, 17(7): 822 - 826.

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE MATERIALS

Jiang Zhiqiang, Yang Qi

(College of Polymer Science & Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

ABSTRACT Light-emitting mechanism, apparatus structures of organic electroluminescence devices and colour-display methods were briefly introduced. The categories, composing, characteristics and research circumstance at present of organic light-emitting materials were narrated in detail. Application and development especially in the field of military affairs were reported. In addition, some intractable problems in the commercialization of OLED were pointed out.

KEYWORDS organic electroluminescence materials, development, application

GE 塑料聚碳酸酯树脂被用于可视喉镜

GE 塑料集团日前宣布,其高科技聚碳酸酯 Lexan HPX 树脂已被 PENTAX 公司选中,用来模塑该公司新型 Airway Scope ASW - S100 可视喉镜中专用一次性叶片。在要求严格的医疗保健领域,之所以选中 Lexan HPX 树脂,是因为该材料有卓越的力学强度和韧性、优良的光滑度及透明度。

Airway Scope AWS - S100 是一种用于插管治疗的可视

喉镜,带有一个视频监视器。采用 Lexan HPX 树脂一次性叶片,替代原传统的使用后必须经过高压蒸汽消毒的金属叶片后,可以使插管插入气管的过程更加顺畅,有助于减轻过去因插入过程中用力过度而损伤患者牙齿的危险。Lexan HPX 树脂的流动性适中,具备良好的可加工性,与标准聚碳酸酯相比,具有更强的流动性、脱模性及超低温延展性。它是一种符合 ISO 10993 要求的生物相容性材料。(中化网)