

A New Phosphorescent Copper(I) Complex and Its Efficient Green OLED

Zhan-lin Xu^{1,2}, Zhi-guo Kong^{1,2}, Xiu-yan Wang^{1,2}, Na Xu³, Wen-lian Li^{1,2}

¹Department of Chemistry, Jilin Normal University, Siping 136000, China

²Key Laboratory of Preparation and Applications of Environmental Friendly Materials,
Jilin Normal University, Ministry of Education, China

³School of Chemical & Environmental Engineering, China University of Mining & Technology (Beijing), Beijing 100083, China
Email: xuzhanlin1964@163.com

Abstract: We studied a new copper(I) complex, [Cu(DPEphos)(DPPZ)]BF₄ (CuL1L2), which was synthesized by reacting copper (I) tetraacetonitrile tetrafluoroborate, bis-[2-(diphenylphosphino)phenyl] ether (DPEphos) with 11-chloropyrido[2',3':2,3]pyrazino[5,6-f] 1,10-phenanthroline (PyPPN). CuL1L2 doped multi-layer OLED device was fabricated, it has the structure of ITO (20Ω/ 2-TNATA (5 nm)/ NPB(30 nm)/ TCTA (10nm)/ CBP: 6% CuL1L2 (30 nm)/ TPBI (40 nm)/ LiF (1 nm)/ Al (100 nm). The device shows strong ³MLCT green electrophosphorescent emission, the emission peak wavelength, luminance and current efficiency were 551 nm, 4900 cd/m² and 13.5 cd/A at 0.13 mA were achieved, respectively; and the device performance is highest among the electrophosphorescence devices based on Cu (I) complex that have been reported.

Keywords: copper(I) complex; green organic electrophosphorescent material; organic light-emitting diodes

基于新型磷光铜 (I) 配合物的高效绿光 有机电致发光器件

徐占林^{1,2}, 孔治国^{1,2}, 王秀艳^{1,2}, 徐娜³, 李文连^{1,2}

¹吉林师范大学化学学院, 吉林四平 136000

²吉林师范大学, 环境友好材料制备与应用省部共建教育部重点实验室, 吉林四平136000

³中国矿业大学, 化学与环境工程学院 (北京), 北京, 100083

Email: xuzhanlin1964@163.com

摘要: 研制出了一种新型的 Cu (I) 配合物 [Cu (DPEphos) (PyCIPP)] BF₄ (CuL1L2), 其中二 DPEphos 和 PyCIPP 分别表示 (2-二苯基膦基) 苯基醚和 11-氯-吡啶并 [2', 3' : 2, 3] 吡嗪 [5, 6-f] 1, 10-菲罗啉, 并制备了结构为 ITO (20Ω) / 2-TNATA (5 nm) / NPB (30 nm) / TCTA (10nm) / CBP: 6%CuL1L2 (30 nm) / TPBI (40 nm) / LiF (1 nm) / Al (100 nm) 的掺杂式有机发光二极管 (OLED)。掺杂式器件在 551 nm 处有较强的金属配合物三重态的绿光电致磷光 (ELECTROPHOSPHORESCENCE, EPL) 发射, 最大亮度为 4900 cd/m², 在电流为 0.13 mA 时, 器件的最大电流效率达到 13.5 cd/A, 据我们所知, 该 OLED 器件的 EL 性能是目前报道 Cu (I) 磷光配合物的 EPL 器件中最高的。

关键词: 铜 (I) 配合物; 绿色有机电致磷光材料; 有机电致发光器件

1 引言

Cu(I)配合物是近年来有机电致发光 (OEL) 领域的一个亮点, 以其结构的多样性和独特的光化学和光物理性能日益在 OEL^[1-2]和光学传感器^[3]等与光学有

关的领域表现出广阔的应用前景。吉林大学马於光等在 1999 年首次报道了以 Cu(I)配合物为发光材料的有机电致磷光器件^[1]开创了 Cu(I)配合物在有机电致磷光器件领域中进行应用的先河。2006 年长春李文连研究组在对大量的四氮杂菲衍生物进行筛选后, 以 [Cu(DPEphos)(Dicnq)]BF₄ 为掺杂剂、CBP 为基质材料制备了发光颜色可调的有机电致磷光器件, 器件的亮

资助信息: 教育部科学技术研究重点项目资助 (编号: 210053); 吉林省科技发展计划项目资助 (编号: 20100549)。

度和效率分别达到了 2322 cd/m^2 和 11.3 cd/A , 进一步发展了 Cu(I)配合物在有机电致磷光领域的应用^[4]。

本文报道了一个新的绿光 Cu(I) 配合物 [Cu(DPEphos)(PyCIPP)]BF₄ (CuL1L2), 并用其作为发光材料制备出了绿光的磷光器件, 该器件的最大亮度为 4900 cd/m^2 ; 在电流为 0.13 mA 时, 器件的最大效率达到 13.5 cd/A , 该器件的 EL 性能在 Cu(I)磷光配合物的磷光器件中是最高的。

2 实验方法

PyCIPP (L2) 根据文献^[5]合成的, 配合物 CuL1L2 根据经典方法制备^[6], 配合物 CuL1L2 如图 1 所示。其他材料和试剂均购自试剂公司。器件结构为 ITO(20 Ω)/ 2-TNATA (5 nm)/ NPB (30 nm)/ TCTA (10 nm)/CBP: 6% CuL1L2 (30 nm)/ TPBI (40 nm)/ LiF(1 nm)/ Al (100 nm)。器件的详细制作工艺和测量参见文献^[4]。

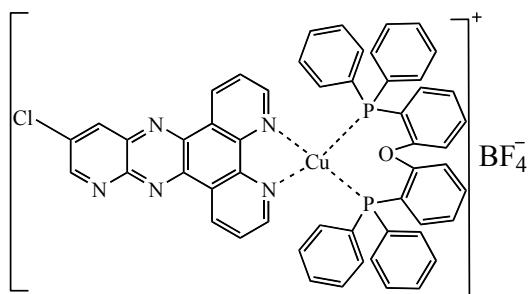


Fig 1. Copper(I) Complex CuL1L2

图 1 配合物 CuL1L2

3 结果与讨论

图 2 所表示的是器件在 8V 外加电压下的电致发射 (EL) 光谱, 从图中可以看出器件的 EL 主峰位于 551 nm , 且 EL 光谱中有 CBP 的发射峰, 说明没有 CBP 向 CuL1L2 ([Cu(DPEphos)(PyCIPP)]BF₄) 的能量传输不完全, 从而使一定量电子和空穴在 CBP 复合, 导致 CBP 发光。

CuL1L2 掺杂器件在正向偏压为 12.7 V 和电流为 412 mA 时, 获得了最大亮度为 4900 cd/m^2 , 这在目前报道的 Cu(I)磷光配合物的磷光器件中, 其性能是最高的。图 3 给出 6% CuL1L2 掺杂器件的效率-电流密度曲线, 器件在电流为 0.13 mA/cm^2 时, 其最大效率达到 13.5 cd/A , 且该效率在 Cu(I)磷光配合物的磷光器件中也是比较高的, 如果将器件的掺杂浓度进一步优化的话, 还可望能进一步提高器件的效率和最大发光亮度。

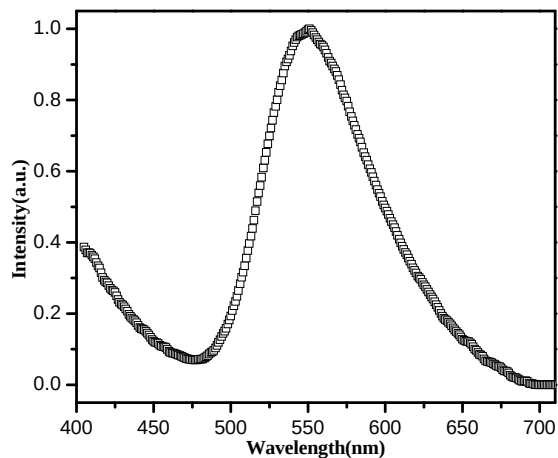


Figure 2. The EL spectra of the doped device at 8 V.

图 2. 掺杂器件在 8V 时的 EL 光谱

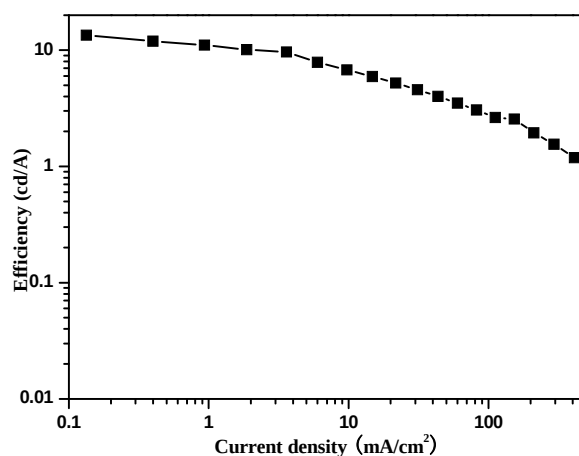


Figure 3. Luminance efficiency-current density characteristics of the doped device.

图 3. 掺杂器件的效率-电流密度曲线的关系

4 结论

我们制备出了 CuL1L2 掺杂浓度为 6% (质量百分比) 的电致磷光器件, 该器件的发射主峰为 551 nm , 在正向偏压为 12.7 V , 电流为 412 mA 的时候, 获得了最大亮度为 4900 cd/m^2 ; 在电流为 0.13 mA 时, 器件的最大效率达到 13.5 cd/A , 该效率在 Cu(I)磷光配合物的磷光器件中也是非常高的, 我们将进一步优化掺杂浓度和器件, 以期望获得更优异的性能。我们认为 CuL1L2 磷光配合物在有机电致发光领域的应用有着广阔的前景。

References (参考文献)

- [1] Y. Ma, C.-M. Che, H.-Y. Chao, X. Zhou, W.-H. Chan, and J. Shen, [J]. *Adv. Mater.* 1999, 11, 852-857.
- [2] Q. Zhang, Q. Zhou, Y. Cheng, L. Wang, D. Ma, X. Jing, and F. Wang, [J]. *Adv. Mater.* 2004, 16, 432-436.
- [3] 孔治国, 李文连, 王丹, 陈丽莉, 张光, [J]. *功能材料*, 2007, 38, 1575-1576.
- [4] G. Che, Z. Su, W. Li, B. Chu, M. Li, Z. Hu, and Z. Zhang [J]. *Appl. Phys. Lett.*, 2006, 89, 103511
- [5] X. H. Zou, B. H. Ye, H. Li, J. G. Liu, Y. Xiong, and L. N. Ji, [J]. *J. Chem. Soc. Dalton Trans.*, 1999, 1423-1428.
- [6] S.-M. Kuang, D. G. Cuttall, D. R. McMillin, P. E. Fanwick, and R. A. Walton, [J]. *Inorg. Chem.*, 2002, 41: 3313-3322.