

Abstract

Due to their application in smartphone and television displays, organic light-emitting diodes (OLEDs) became a part of daily life. The low energy consumption and potentially cheap manufacturing costs are two key characteristics that make OLEDs interesting for the commercial market. To produce bright devices with low energy consumption, the use of efficient emitter materials is of capital importance. Moreover it should be kept in mind that the electroluminescence of organic materials requires a sufficient injection of electric charge carriers, and that the generated light has to be extracted from the OLED. Considering this, new phosphorescent emitter materials and approaches towards improved charge injection and light outcoupling for application in OLEDs were investigated.

The first part of this thesis will focus on the improvement of light generation in electroluminescent devices. Therefore, the main emphasis is on the detailed investigation of the photophysical properties of various series of phosphorescent compounds based on platinum(II) and iridium(III) complexes; as well as their application as emitters in solution-processed multi-layer OLEDs. Concerning the iridium(III) complexes, the focus is on the improvement of their charge trapping capabilities by functionalization of the ancillary ligands. With regards to the platinum(II) complexes, the effect of the ligand structure on intermolecular interactions and both, photophysical as well as electro-optical properties is studied.

In order to enhance the injection of electric charge carriers in organic semiconductors, light-emitting electrochemical cells (LECs) are optimized. As opposed to ordinary OLEDs, LECs benefit from added ionic species that support charge injection even at low driving voltages. To achieve acceptable ion motilities within the active layer, two approaches are pursued: the application and optimization of solid polymer electrolytes, consisting of an ion conducting polymer and an inorganic salt, and the use of ionic liquids.

With respect to the poor light extraction efficiency of only 20% for common devices structures, the last part of this thesis focuses a new concept to enhance the light outcoupling in OLEDs. This method is based on the fabrication of corrugated electrodes that are

generated by evaporation of thin metal films on top of nanoparticles that are deposited by means of electrospray deposition. These corrugated electrodes are applied in both, top- and bottom-emitting vacuum-processed cavity OLEDs.

Kurzzusammenfassung

Durch ihre Anwendung in Smartphone Displays und hochwertigen Fernsehern sind organische Leuchtdioden (OLEDs) ein fester Bestandteil des Alltagslebens. Der niedrige Energieverbrauch und die potentiell niedrigen Herstellungskosten sind zwei Schlüsseigenschaften, die OLEDs interessant für den kommerziellen Markt machen. Um helle OLEDs mit niedrigem Energieverbrauch herzustellen, ist die Verwendung von effizienten Emittermaterialien von elementarer Bedeutung. Ferner muss berücksichtigt werden, dass die Elektrolumineszenz von organischen Materialien eine ausreichende Injektion von elektrischen Ladungsträgern voraussetzt, und dass das generierte Licht aus der OLED extrahiert werden muss. In Anbetracht dieser Problematik wurden sowohl neue Emittermaterialien als auch Ansätze zur verbesserten Ladungsträgerinjektion und Lichtauskopplung zur Anwendung in OLEDs untersucht.

Der erste Teil dieser Arbeit konzentriert sich auf die Verbesserung der Lichterzeugung in elektrolumineszierenden Bauteilen. Aus diesem Grunde liegt der Hauptschwerpunkt auf der Untersuchung der photophysikalischen Eigenschaften verschiedener Serien von phosphoreszierenden Verbindungen, basierend auf Platin(II) und Iridium(III) Komplexen. Ferner sollten diese Verbindungen auch als Emitter in lösungsmittelprozessierten Mehrschicht-OLEDs eingesetzt werden. In Bezug auf die Iridium(III) Komplex liegt der Schwerpunkt auf der Verbesserung der Fähigkeit, Ladungsträger aufzunehmen und lokal zu binden, was durch die Funktionalisierung des Hilfsliganden erreicht werden soll. Bezüglich der Platin(II) Komplexe wird der Effekt der Ligandenstruktur auf die intermolekularen Wechselwirkungen untersucht.

Um eine verbesserte Ladungsträgerinjektion in den organischen Halbleiter zu bewirken, werden Licht emittierende elektrochemische Zellen untersucht und optimiert. Im Gegensatz zu gewöhnlichen OLEDs profitieren LECs von einer hinzugefügten ionischen Spezies, die die Injektion von elektrischen Ladungsträgern selbst bei niedrigen Betriebsspannungen erleichtert. Um eine akzeptable Ionenmobilität in der aktiven Schicht zu erreichen, werden zwei Ansätze verfolgt: die Verwendung von festen Polymerelektrolyten, bestehend aus einem ionenleitenden Polymer und seinem anorganischen Salz und der Einsatz von

ionischen Flüssigkeiten.

In Anbetracht der schlechten Lichtextraktionseffizienz bei Verwendung von gewöhnlichen Bauteilstrukturen, beschäftigt sich der letzte Teil dieser Arbeit mit einem neuen Konzept zur der Verbesserung der Lichtauskopplung in OLEDs. Diese Methode basiert auf der Herstellung von aufgerauten Elektroden, die durch Elektrospray Abscheidung von Nanopartikeln erzeugt werden. Diese aufgerauten Elektroden werden in vakuumprozessierten mehrschichtigen Kavitäts-OLEDs, in denen die Emission entweder durch das Substrat oder eine transparente Kathode erfolgt, eingesetzt.