

Kurzzusammenfassung

In dieser Arbeit wurden organische Halbleiter Materialien für den Einsatz als Matrices für Triplett-Emitter synthetisiert und charakterisiert. Die neuartigen Matrix-Materialien besitzen vielversprechende und außergewöhnliche Eigenschaften für die Anwendung in hocheffizienten lösungsmittel-prozessierten Mehrschicht OLEDs. Durch die Kombination von elektronen- und lochleitenden Gruppen und deren elektronische Entkopplung, entweder durch eine Spirobi-fluoren-Einheit oder durch eine Verknüpfung in m- und o-Position einer Phenylgruppe, können die physikalischen Eigenschaften der Matrices modifiziert werden. Es entsteht ein bipolarer Charakter, der einen ausbalancierten Ladungstransport und damit eine höhere Rekombinationsrate in der Emitterschicht ermöglicht. Die Matrix-Materialien bestehen aus lochleitenden Triphenylamin-Einheiten und verschiedenen elektronenleitenden Einheiten: entweder nucleophile Heteroaromaten oder nicht-nucleophile Fluor enthaltene Phenyl Komponenten oder reine Phenylgruppen.

Die Synthese von phosphoreszierenden grünen Ir(III)-Komplexen ermöglicht eine hocheffiziente emittierende Schicht. Durch den Einsatz von Schwermetall-atomen und der damit einhergehenden starken Spin-Bahn-Kopplung können Triplett-Emitter sowohl von Singulett als auch von Triplett-Zuständen aus emittieren. Dadurch kann spinstatistisch eine interne Quantenausbeute von bis zu 100 % erreicht werden. Die Verwendung eines Wirt:Gast Systems, bei dem geringe Konzentrationen des Emitters in eine Matrix dotiert werden, verhindert unerwünschte Konzentrationsauslöschungen sowie Triplett-Triplett-Anihilationen. Um eine höhere OLED Effizienz zu erzielen, müssen die Excitonen auf den Emittiermolekülen begrenzt werden, dazu müssen die Energieniveaus des Emitters von den Energieniveaus der Matrix eingeschlossen sein. Die dafür erforderlichen HOMO Energieniveaus wurden aus cyclovoltammetrischen Messungen und die Bandlücken aus den Absorptions-spektren bestimmt, um daraus die LUMO Niveaus zu berechnen. Die ersten angeregten Singulett Zustände wurden anhand von Fluoreszenzspektren ermittelt.

Alle organischen Halbleitermaterialien wurden mit Oxetan-Einheiten ausgestattet, die mit Hilfe eines elektrophilen Initiators durch eine kationische Ringöffnungspolymerisation vernetzt werden konnten. Die daraus resultierende unlösliche Polyether-Schicht erlaubt eine lösungsmittel-basierte Herstellung von effizienten Mehrschicht-OLEDs. Um den Polymerisationsgrad, insbesondere für die Matrices mit nucleophilen Positionen, zu erhöhen und dabei die Initiatorkonzentration gering zu halten, wurden Vernetzungstests durchgeführt. Alle untersuchten organischen Halbleitermaterialien konnten erfolgreich in vollständig lösungsmittel-prozessierten Mehrschicht-Bauteilen eingesetzt und charakterisiert werden. Durch eine bessere Anpassung der Energieniveaus der m/o-verknüpften Matrix-Materialien in Bezug auf den Emitter, konnten höhere Effizienzen im Vergleich zu den Spiro-verknüpften Matrices erzielt werden.

Im zweiten Teil dieser Arbeit wurden anorganische Si- und Ge-Nanopartikel (NP) größenabhängig hergestellt. Die Modifikation der NP Oberfläche mit organischen Liganden (Anisol für Si und TPD für Ge) führte zu neuartigen Hybridmaterialien. Dadurch sollen die besten Eigenschaften beider Materialklassen, wie die hohe Leitfähigkeit des Metalls mit der Flexibilität des organischen Materials, kombiniert werden. Um die besten Bedingungen für die Synthese von Hybrid-NPs zu finden, wurden Schlenk-Reaktionen, Mikrowellen-Reaktionen und die Umsetzung direkt auf dem Substrat durchgeführt und miteinander verglichen. Zur Bestimmung der Austrittsarbeiten in Abhängigkeit von der Partikelgröße und des jeweiligen Liganden wurden Kelvin Probe Messungen von hybrid Ge NP Filmen durchgeführt. Die Oberflächenmodifikation mit organischen Liganden führt zu stabilen Dispersionen. Die Filmbildungseigenschaften von NP konnten durch den Zusatz von geringen Mengen DMF zur NP-Toluol Lösung enorm verbessert werden. Um ihre Eignung als Lochtransportschichten zu untersuchen, wurden die mit TPD funktionalisierten Ge NP in lösungsmittel-basierten OLEDs eingesetzt und zeigten tatsächlich eine höhere Effizienz sowohl im Vergleich zu Hybrid-NP mit anderen Liganden als auch zum reinen Liganden.