

Abstract

Organic light emitting diodes (OLEDs) are emerging as the leading technology for high quality displays and lighting applications. Key benefits are a low power consumption and cost-effective, scalable wet processing. However, the currently widely employed indium tin oxide (ITO) anode increases in cost and offers only limited ability of bending for flexible devices which will be in higher demand in the future.

Graphene is a promising candidate for many different applications due to its outstanding mechanical, optical, and electrical properties, which include a high transparency, charge carrier mobility, and flexibility. However, transfer procedures which are necessary for the application of graphene in devices suffer from contaminations that significantly degrade the quality of the employed graphene and therefore limit the potential device performance.

In this work, the integration of graphene in OLEDs as transparent and flexible conductive electrode is investigated, aiming to replace ITO in the long term. Conventional transfer procedures as well as a new lamination transfer process are investigated. With this new process, a supporting polymer is no longer necessary; thus, the risk of contaminations and induced defects is strongly reduced. Moreover, a novel fabrication method for a graphene Hall bar used for the characterization of the transfer quality and the doping of graphene is developed and tested. Finally, a fully solution processed functional and stable SuperYellow OLED device which was realized with a lamination transferred graphene anode is presented.

Kurzzusammenfassung

Organische Leuchtdioden (OLEDs) entwickeln sich zur führenden Technologie für qualitativ hochwertige Displays und Beleuchtungslösungen. Entscheidende Vorteile sind der geringe Energieverbrauch der produzierten Geräte und die kostengünstige nasschemische Herstellung, die einen hohen Durchsatz erlaubt. Die momentan weit verbreitete Anode aus Indiumzinnoxid (ITO) wirkt sich dabei negativ auf die Herstellungskosten aus. Außerdem ist ITO nur in sehr geringem Maße biegsam, wodurch es in flexiblen Anwendungen, die zukünftig von steigendem Interesse sein werden, nicht verwendet werden kann.

Aufgrund herausragender mechanischer, optischer und elektronischer Eigenschaften, die eine hohe Transparenz und Ladungsträgerbeweglichkeit sowie große Flexibilität einschließen, ist Graphen ein vielversprechendes Material für viele verschiedene Anwendungen. Für die Verwendung in elektronischen Bauteilen muss das Graphen jedoch nach der Synthese zuerst auf ein geeignetes Substrat transferiert werden. Die dabei zum Einsatz kommenden Transferverfahren führen zu Kontaminationen, welche die Qualität des Graphens deutlich vermindern und dadurch die potentielle Leistung von Bauteilen limitieren.

In dieser Arbeit wird die Integration von Graphen als transparente und flexible leitfähige Elektrode in OLEDs untersucht, wodurch auf lange Sicht die ITO Anode ersetzt werden soll. Untersucht werden dazu sowohl konventionelle Transfermethoden als auch ein neuartiger Laminierungs-Transferprozess. Bei diesem Verfahren ist die Verwendung eines Polymers als Träger für das Graphen nicht mehr erforderlich, wodurch das Risiko für Kontamination und induzierte Defekte stark reduziert wird. Des Weiteren wird eine neue Methode zur Herstellung eines sogenannten „Hall-bar“, der für Transportmessungen zur Charakterisierung der Transferqualität und der Dotierung von Graphen verwendet wird, entwickelt und erprobt. Schließlich wird eine vollständig aus Lösungsmitteln hergestellte funktionsfähige und stabile SuperYellow OLED, die mit einer durch Laminierung transferierten Graphen Anode realisiert wurde, vorgestellt.