

Kurzzusammenfassung

Mikrodisplays werden heutzutage in immer mehr Produkten genutzt. In elektronischen Suchern höherwertiger Spiegelreflexkameras sind sie bereits im Handel erhältlich. Für diese Anwendung zeichnen sich insbesondere Mikrodisplays aus, welche auf organischen Leuchtdioden (kurz OLED) basieren, da sie einen höheren Kontrast und brillantere Farben aufweisen als die auf Flüssigkristallen basierenden Alternativen. Für „erweiterte Realitätsanwendungen“ (engl. augmented reality), welche hauptsächlich bei Tageslicht genutzt werden, benötigt man hingegen Mikrodisplays mit einer hohen Helligkeit, um einen ausreichenden Kontrast zu erreichen. In dieser Disziplin liegen OLED-basierte Mikrodisplays zurück im Vergleich zu ihren Konkurrenten, da sie generell über eine geringere Helligkeit verfügen.

In dieser Arbeit wurde ein revolutionäres Konzept der Farberzeugung in Mikrodisplays vorgestellt und integriert. Bei diesem Konzept wird die optische Weglänge innerhalb einer Mikrokavität durch die Schichtdicke photolithographisch strukturierbarer, vernetzbarer Lochleiter (x-HTM) kontrolliert und somit die Farbe der einzelnen Pixel bestimmt. Im Vergleich zur Farbgenerierung über Farbfilter, welche heutzutage den Stand der Technik darstellt, sind durch dieses Konzept weitaus höhere Helligkeiten bei gleichem Stromfluss zu erwarten, da hier das ganze erzeugte Licht genutzt werden kann.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die aus einem Forschungsumfeld stammenden x-HTM an die Anforderungen eines industriellen Fertigungsprozesses angepasst. Zur Integration der x-HTM in Mikrodisplays wurde ein neues, mit dieser Materialklasse kompatibles Verfahren zur p-Dotierung von organischen Halbleitern entwickelt. Durch dieses Verfahren konnten OLEDs mit integriertem x-HTM eine Betriebsspannung erreichen, welche dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Im Einzelfall konnte die Betriebsspannung um bis zu 4.9 V gesenkt werden. Die Spannungsdrift während des Langzeitbetriebs konnte durch dieses Verfahren ebenso signifikant verringert werden.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten des Dotierungsverfahrens in anderweitig schwer zu dotierenden Schichten, wie z.B. durch Elektro spray aufgetragene oder thermisch vernetzbare Lochleiter, wurden im Rahmen dieser Arbeit erfolgreich präsentiert.

Abstract

Nowadays, microdisplays find application in an increasing number of products. They already entered the consumer market as electronic viewfinders of high-value digital single-lens reflex cameras. For this application, microdisplays based on organic light emitting diodes (OLEDs) are preferred, because of their higher contrast and more brilliant colors compared to the liquid crystal-based alternatives. For augmented reality applications, since they are mostly used at daylight, microdisplays with high brightness are needed to obtain a sufficient contrast. Here, OLED-based microdisplays are less developed compared to their competitors, as they show generally a lower brightness.

Within this work, a revolutionary concept for color generation in microdisplays is presented and integrated. This concept is based on the change of the optical path length within a microcavity by varying the thickness of a photolithographically patternable, crosslinkable hole transport material (x-HTM). Whereby the color of the pixels is controlled. In comparison to the color generation via color filters, which is the state-of-the-art method, a higher brightness at the same current is expected by the new concept since the whole generated light can be used.

Within the scope of this thesis, the x-HTMs, which originate from a research environment, are adjusted to the requirements of an industrial fabrication process. For the integration of x-HTMs into microdisplays, a new process for p-type doping of organic semiconductors, which is compatible with the x-HTM, was established. By utilizing this process, OLEDs including x-HTMs could be fabricated showing state-of-the-art operating voltages. A maximum reduction of the operating voltage by 4.9 V could be shown. The voltage drift over lifetime was also improved significantly by this process.

Further application possibilities of the doping procedure for materials which are difficult to dope, like electro-spray deposited or thermally crosslinkable hole transport materials, have been presented within this work.