

EFFIZIENTERE OLEDs DURCH ORIENTIERTE TRIPLETT EMITTER

OLED EFFICIENCY ENHANCEMENT BY ORIENTED TRIPLET EMITTERS

Die Effizienz von Organischen LED («OLED») wird maßgeblich durch die elektrolumineszierenden Moleküle im aktiven Dünnschichtstapel der OLED bestimmt. Dafür ist zunächst die Quanteneffizienz [1] dieser Emitter entscheidend, weshalb aktuell bevorzugt niedermolekulare Triplett-Emitter eingesetzt werden. Daneben spielt die Emitterorientierung eine entscheidende Rolle: Aufgrund des Dipolcharakters der Lichtemission geben isotrop orientierte Emitter ihre Anregungsenergie in alle Richtungen gleichmäßig ab, wohingegen parallel zu den Grenzflächen des Dünnschichtsystems orientierte Emitter eher senkrecht zum Dünnschichtstapel und daher in die gewünschte OLED-Nutzrichtung leuchten. Eine Ausrichtung der Dipolübergangsmomente parallel zu den Grenzflächen reduziert somit die Anregung von geführten Moden des Dünnschichtsystems sowie die Emission von Substratstrahlung (Abb. 1), und steigert folglich die OLED-Effizienz. Triplett-Emitter wurden wegen der geringen Molekülgröße und der Herstellung mittels thermischer Bedampfung bisher stets als isotrop orientiert betrachtet.

Die optische Untersuchung von OLEDs erlaubt die Analyse der Emittereigenschaften [2]. Für den Fall eines niedermolekularen, roten Triplett-Emittermaterials konnte erstmals eine bevorzugt parallele Emitterorientierung in derartigen aktiven Systemen nachgewiesen werden. Das Strahlungsfeld einer speziellen OLED in Abb. 2 zeigt, dass dieser Emitter

The efficiency of Organic LEDs ("OLEDs") is basically determined by the properties of the electroluminescent molecules inside the active thin film stack. First, the internal quantum efficiency [1], the most critical parameter is maximized, when applying low molecular weight triplet emitting guest-host systems.

Another important feature is the orientation of active states: Because the emissive process is a dipole transition, isotropic oriented emitters uniformly emit energy into all spatial directions. By contrast, emitters aligned in parallel to the interfaces preferably emit the light perpendicular to the thin film stack and thus in the desired direction of use. Aligning the dipole transition moments in-plane with the layered system decreases both the excitation of thin film guided modes and the emission of light trapped at large angles inside the substrate glass (Fig. 1), and as a result enhances the OLED efficiency. Because of thermal evaporation and the small-molecular size, present day triplet emitters have been assumed to be isotropic oriented.

1 Kanäle der Lichtemission im OLED Schichtsystem für isotrop sowie parallel orientierte Emitter. | Light emission channels in the OLED's thin film system for emitters aligned isotropic and parallel.

deutlich vom konventionell angenommenen isotropen Fall abweicht [3]. Dadurch wird ein gänzlich neuer Ansatz zur OLED Optimierung eröffnet, denn parallel orientierte Triplett-Emitter versprechen eine OLED-Effizienzsteigerung von bis zu 50 %.

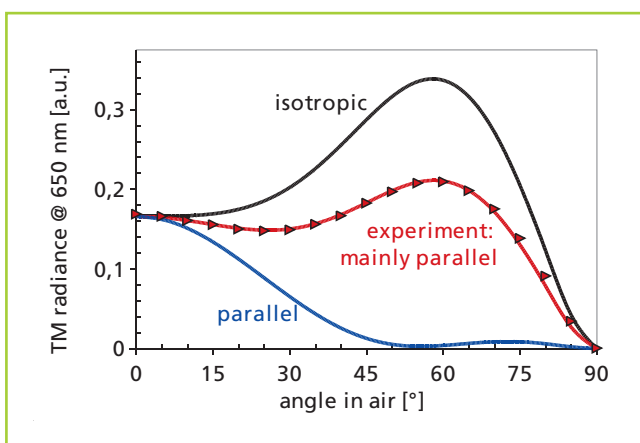
Die Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit OSRAM Opto Semiconductors Regensburg im Rahmen des BMBF Projekts »TOPAS2012« (FKZ 13N10474) durchgeführt.

Literatur/References

- [1] Flämmich, M. et al.: In situ measurement of the internal luminescence quantum efficiency in organic light-emitting diodes, *Appl. Phys. Lett.* 95 (2009) 263306.
- [2] Flämmich, M. et al.: Accessing OLED emitter properties by radiation pattern analyses, *Org. Electron.* 12 (2011) 83–91.
- [3] Flämmich, M. et al.: Oriented Phosphorescent emitters boost OLED efficiency, *Org. Electron.* 12 (2011) 1663–1668.

Optical analysis of OLEDs enables derivation of the emissive properties [2]. A preferred parallel orientation of the emitter transition moments was proved for the very first time in the case of a small molecular, red triplet emitting material. The emission pattern of a specially adapted OLED system clearly exhibits deviations from the common isotropic case [3], as shown in Fig. 2. This finding opens up an unforeseen approach for OLED optimization because parallel aligned triplet emitters promise up to 50 % efficiency improvement.

The authors acknowledge fruitful cooperation with OSRAM Opto Semiconductors Regensburg in the BMBF funded project "TOPAS2012" (FKZ 13N10474).



2 Winkelabhängige Emission einer speziellen OLED zur Messung der Emitterorientierung. | Angular emission of an adapted OLED for measuring the dipole orientation distribution [3].

AUTHORS

Michael Flämmich
Dirk Michaelis
Norbert Danz

CONTACT

Dr. Norbert Danz
Phone +49 3641 807-750
norbert.danz@iof.fraunhofer.de