

Kurzzusammenfassung

In dieser Arbeit wurden Bauteile auf Basis organischer Halbleiter, namentlich organische Leuchtdioden (organic light emitting diodes, OLEDs) und organische Solarzellen (organic solar cells, OSCs), bezüglich ihrer photovoltaischen Eigenschaften untersucht. Dabei wurden herkömmliche Methoden mit einer neu entwickelten Messmethode, die eine räumlich aufgelöste Messung des Photostroms ermöglicht, kombiniert. Bei dieser Methode wird ein Bauteil durch einen fokussierten Laserstrahl abgetastet während gleichzeitig der Photostrom gemessen wird (local photocurrent mapping, LPM). Zusätzlich kann die anliegende elektrische Spannung variiert werden, so daß die wichtigsten charakteristischen Kenngrößen (Kurzschlussstrom, short-circuit current I_{SC} ; Leerlaufspannung, open-circuit voltage V_{OC} ; Kompensationsspannung, compensation voltage V^*) räumlich aufgelöst vermessen werden können. Die Anwendbarkeit des Systems wurde an Musterbauteilen getestet. Während SuperYellow (SY), ein Poly(p-Phenylen-Vinyl)-Derivat (PPV), als elektrolumineszentes Material für OLEDs eingesetzt wurde, basierten die OSCs auf einer Mischung von Poly(3-Hexyl-Thiophen) (P3HT) und [6,6]-Phenyl-C61-Butylsäure-Methylester (PCBM).

In der OLED-Forschung stellt LPM ein zusätzliches Hilfsmittel dar, während es in der Solarzellenforschung als leistungsfähiges bildgebendes Verfahren zur Visualisierung der photovoltaischen Eigenschaften eines Bauteils eingesetzt werden kann. Im Allgemeinen wird der erzeugte Photostrom durch die Eigenschaften der aktiven Schicht bestimmt, während V_{OC} and V^* , abhängig vom Bauteiltyp, von der aktiven Schicht und den Elektroden beeinflusst werden können. Die Messung von V^* erscheint sinnvoll, da auf diese Weise die Eigenschaften von Material und Grenzflächen zu den Elektroden separat betrachtet werden können. Ebenso können kurzgeschlossene Bauteile untersucht werden. Die Phänomenologie der Kurzschlüsse erlaubt eine Unterscheidung von anderen Defekten.

Bei Lebensdauermessungen von OLEDs, wurde LPM zur Beobachtung der Degradation eingesetzt. Durch die Wahl geeigneter experimenteller Bedingungen, konnte die Degeneration des Materials und der Elektroden getrennt untersucht werden, so

daß ein Erklärungsmodell für die Zersetzung der metallischen Kathode aufgestellt werden konnte. Demnach wird die Kathode zuerst oxidiert und delaminiert im Folgenden von der darunter liegenden organischen Schicht. Die intrinsische Degradation des aktiven Materials wird allgemein der Verkürzung des konjugierten Elektronensystems der Polymerketten und dem Entstehen von Fallenzuständen zugeschrieben. Nach dem Ausfall eines Musterbauteils durch einen elektrischen Kurzschluß, wurde dieser mit Hilfe von feldabhängigem LPM näher untersucht. Dadurch lassen sich in Zukunft Kurzschlüsse automatisch lokalisieren. Die Bildung von Kurzschlüssen kann mit feldunterstützter Migration von Elektrodenmaterial sowie Zersetzung des Polymers in Zusammenhang gebracht werden. Es konnte gezeigt werden, daß sich Kurzschlüsse an jeder beliebigen Stelle eines Bauteils bilden können. Die Ergebnisse können als repräsentativ für OLEDs auf Polymerbasis betrachtet werden.

Üblicherweise nutzt man Poly(3,4-Ethylen-Di-Oxy-Thiophen) (PEDOT) als Anodenmaterial in organischen OLEDs und OSCs. Hier wurde ein Derivat mit einer Perylen-Di-Imid-Seitenkette (PDI-PEDOT) als Anode in P3HT/PCBM-Solarzellen verwendet. Durch Manipulation der Austrittsarbeit der Polymerschicht, war es möglich, invertierte Solarzellen herzustellen. PDI-PEDOT fungierte dabei als polymere Kathode. Die Leistung dieser Bauteile scheint jedoch durch grundsätzliche Gegebenheiten limitiert zu sein, welche noch näher untersucht werden müssen.

Zusätzlich wurde ein kleines Solarzellenelement, ebenfalls basierend auf dem Komposit P3HT/PCBM, aus vier einzelnen Zellen in Reihenschaltung angefertigt. Dieses wurde mit Hilfe von Licht verschiedener Helligkeit und Farbtemperatur untersucht. Da eine Glühlampe benutzt wurde, können die Ergebnisse nicht mit Messungen mit Hilfe eines Solarsimulators verglichen werden, da die Emissionsspektren zu unterschiedlich sind. Üblicherweise haben P3HT/PCBM-Solarzellen eine Effizienz von etwa 5%. Die gemessenen charakteristischen Kenngrößen stimmten relativ gut mit den vorher berechneten Maximalwerten überein. Aufgrund besserer spektraler Übereinstimmung, stieg die Effizienz mit steigender Farbtemperatur an. Aufgrund eines schlechten Füllfaktors, bedingt durch einen größeren Reihenwiderstand, wird angenommen, daß die tatsächliche Effizienz gegenüber einer normalen P3HT/PCBM Solarzelle reduziert ist. Unter Berücksichtigung des schlechten Füllfaktors, betrug die Effizienz des Solarelementes schätzungsweise 3,0% bis 3,5%.