

Kurzzusammenfassung

In dieser Arbeit werden verschiedene, organische Halbleiterbauteile – insbesondere organische Bulk-Heterojunction (BHJ) Solarzellen – mit Hilfe des fokussierten Elektronenstrahls eines Rasterelektronenmikroskops (SEM, aus dem Englischen übernommen) analysiert und manipuliert.

Im ersten Teil der Arbeit wird die Morphologie von zwei verschiedenen BHJ-Systemen untersucht. Die aktive Schicht des ersten Systems besteht aus dem Elektronen gebenden (Donor) Polymer Poly(3-hexylthiophen) (P3HT) und dem Fullerenderivat 1-(3-Methoxycarbonyl)-propyl-1-phenyl[6,6]C₆₁ (PCBM) als Elektronenakzeptor. Dieses Materialsystem ist ein viel untersuchtes Modellsystem für organische Solarzellen. Die Analyse der Morphologien mit SEM ist möglich durch selektives Anfärben von PCBM mit Osmiumtetroxid, was zu einem höheren Kontrast zwischen P3HT und PCBM führt. Korrelation zwischen den Domänengrößen, welche durch statistische Analyse der SEM-Bilder zugänglich werden, und der Kurzschlußstromdichte der Solarzellen ist hier erfolgreich gezeigt für verschiedene Zusammensetzungen der aktiven Schicht, verschiedene Behandlungen nach der Deposition der aktiven Schicht und verschiedene Lösungsmittelgemische während des Lackschleuderverfahrens. Die ganze Prozedur ist auf ein zweite BHJ-System übertragen worden, welches aus einem sogenannten Merocyanin und PCBM besteht. Zusätzlich wird die Penetration eines organischen Lochleiters in poröse Titandioxidschichten mittels Röntgenanalyse im SEM bestimmt. Schichten bis zu einer Dicke von 1300 nm zeigen eine komplette Füllung mit einem kleinen Gradienten durch die gesamte Schicht. Diese Ergebnisse ermöglichen Messungen der optischen Eigenschaften eines solchen Schichtaufbaus.

Im zweiten Teil der Arbeit, werden Gitterstrukturen in organischen Materialien mittels Elektronenstrahlithografie hergestellt. Zunächst wird ein klassischer Ansatz benutzt, um solche Gitter in einem vernetzbaren Polymer, welches optische Verstärkung zeigt, zu erschaffen und damit Laseremission zu ermöglichen. Außerdem wird ein neuer Prozess für die Darstellung von ein- (1D) und zweidimensionalen (2D) Oberflächenstrukturgittern in P3HT:PCBM-Schichten entwickelt, welcher eine Kombination von Elektronenstrahlithografie, der Eigenschaft von P3HT als Elektronenstrahllack, und Heißprägung ist (Elektronenstrahlprägung, kurz EBE, aus dem Englischen über-

nommen). Die optimalen Prozessparameter, der Prozessmechanismus und die Eigenschaften der resultierenden Gitter werden empirisch ermittelt.

Abschließend wird EBE für die Herstellung von Oberflächenreliefgittern als Lichtfangstrukturen in BHJ-Solarzellen benutzt. Aufgrund technischer Probleme sind sowohl die Gesamteffizienzen als auch die Kurzschlußstromdichten der strukturierten Solarzellen schlechter als die der unstrukturierten Referenzbauteile. Erst die Implementierung der Strukturierung in Tandemzellen – Zellen mit zwei in Reihe geschalteten, aktiven Schichten – führt zu höheren Kurzschlußstromdichten in den BHJ-Solarzellen durch Strukturierung.