

Kurzzusammenfassung

In dieser Doktorarbeit werden Perowskit Dünnschichtfilme in Kombination mit Fullerenen hinsichtlich ihrer Funktion in organisch-anorganischen Solarzellen analysiert. Durch die einfache Prozessierung und die vielseitige Anwendbarkeit stellen Perowskite eine vielversprechende Alternative zu herkömmlichen Silizium Solarzellen dar.

Bei intensiver Recherche der Literatur fällt jedoch die große Divergenz zwischen ähnlichen Prozessierungsmethoden und erhaltenen Ergebnissen der unterschiedlichen Forschungsgruppen auf. Methoden, die in einer Forschungsgruppe hervorragende Ergebnisse erzielen, erreichen in anderen Gruppen nur mittelmäßige Werte. Hierfür bedarf es einer intensiven Studie der unterschiedlichen Prozessierungsmethoden für Perowskit Solarzellen und ihres Einflusses auf Schlüsselfaktoren wie Morphologie, Kristallstruktur und feldabhängige Strom-Spannungskurven mit und ohne Beleuchtung. Die Ergebnisse zeigen, dass bleibasierte Perowskitschichten am einfachsten in einer Ein-Stufen-Prozessierung mit Additiv hergestellt werden können und dabei eine erhöhte Reproduzierbarkeit und verringerte Hysterse aufweisen.

Um weiterhin erreichte Effizienzen zu steigern und den Einfluss der umliegenden Schichten zu untersuchen, wurden unterschiedliche Fullerenderivate und Lochtransportschichten in die Perowskit Solarzelle integriert. Die Ergebnisse zeigen, dass bestimmte Fullerenderivate mit langen Alkylketten erhöhte Effizienzen unter geringer Beleuchtung aufweisen, was sie für den Einsatz in Schwachlichtapplikationen qualifiziert. Durch den Einsatz von vernetzten Elektronenblockierschichten wie QUPD konnte die offene Klemmspannung erhöht werden.

Wegen der hohen Toxizität von Blei bzw. Bleijodid, wird weiterhin nach einer weniger giftigen Alternative für den Metalkern der Perowskitstruktur gesucht. Zinn stellt hierfür eine vielversprechende und interessante Variante dar. Bei der Erforschung von bleifreien Perowskitschichten konnten Additivgehalt und Prozessierungsmethoden derart angepasst werden, dass höchst reproduzierbare und langlebige Ergebnisse erzielt werden konnten.

Abstract

In this thesis Perovskite thin layers are analyzed in combination with fullerene acceptor materials in order to identify their application in organic/inorganic solar cells. Simple processing and versatile implementation perovskite solar cells represent an interesting alternative to conventional silicon solar cells.

During intensive research of perovskite literature, a major divergence between comparable processing methods and achieved results can be seen. Methods, that show excellent results in one group can lead to merely moderate in another group. Therefore an intensive study on the influence of different processing techniques for perovskite layers was conducted and the influence on key factors such as morphology, crystal structure and field dependent current-voltage measurements under illumination and in the dark was investigated. The results show, that lead-based perovskite layers can easily processed via a one-step procedure with applying an molecular additive which lead to increased reproducible results and decreased hysteresis behavior.

In order to increase efficiency the influence of surrounding layers inside the perovskite solar cell were investigated by varying the fullerene derivatives and hole transport materials. The results show that certain fullerene derivatives with extended alkane chains increase efficiency under low light conditions. This qualifies the fullerene derivatives for low-light applications. Moreover the introduction of cross-linked electron blocking layers such as QUPD increased the open-circuit voltage.

Due to the increased toxicity of lead and lead iodide, research tends to find less toxic alternatives for the metal ion in perovskite compositions. Tin showed itself to be a promising and interesting candidate for replacing lead in perovskite solar cells. The investigations on lead-free perovskite layers lead to optimized additive content and processing methods, yielding in reproducible results with extended lifetimes of the solar cells.