

Kurzzusammenfassung

In dieser Arbeit wurden organisch-anorganische Bleihalogenid Perowskite (ABX_3) mittels lösungsbasierter Ansätze hergestellt, in Dünnschicht-Solarzellen integriert und charakterisiert. Ein einstufiges niedriger Temperatur Schnellkristallisationsverfahren – (*englisch: instantaneous perovskite crystallization process (IPC)*) – wurde für die Abscheidung von Dünnschichten aus $CH_3NH_3PbX_3$ ($X = Br, I$) entwickelt. Der Einfluss von kurzkettigen Blei (II) Carboxylaten, Prozessparametern und der chemischen Modifikation auf der X-Seite des organisch-anorganischen Methylammonium-Bleihalogenid Perowskits wurde durch eine Vielzahl von spektroskopischen und analytischen Methoden untersucht. Durch diesen Ansatz konnten effiziente organisch-anorganische Bleihalogenid-Perowskit-Solarzellen sowohl in (*n-i-p*) als auch in (*p-i-n*) Solarzellenkonfiguration hergestellt werden. Der höchste Wirkungsgrad von 15,6% wurde durch das IPC-Verfahren bei einer Prozesstemperatur von 75 °C für $CH_3NH_3PbI_3$ Dünnschichten in *n-i-p* Solarzellenkonfiguration, unter Verwendung von $Pb(CH_3COO)_2$ und CH_3NH_3I im Lösungsmittel *N,N*-Dimethylformamid erhalten. Zeitaufgelöste Photolumineszenz Messungen zeigten einen monoexponentiellen Zerfall mit einer hohen Ladungsträgerlebensdauer von 691 ns, die mit den Solarzellenmessungen unter simuliertem Sonnenlicht kohärent ist. Unter Verwendung der gleichen Kombination von Präkursoren in γ -Butyrolacton, wurden bei Raumtemperatur verarbeitete Dünnschicht-Solarzellen in *p-i-n*-Konfiguration mit einem Wirkungsgrad von 10,4% erhalten. Für $CH_3NH_3PbI_{3-x}Br_x$ Perowskite nahm die Ladungsträgerlebensdauer mit zunehmendem Bromidgehalt ab. Hier wurde eine Phasentrennung von Nanoaggregaten beobachtet, wie aus der signifikanten Abweichung der elektronischen Bandlücke von der optischen, die durch Photolumineszenz-Spektroskopie untersucht wurde, ersichtlich ist. Für $Pb(CH_3CH_2COO)_2$ war der gemessene Wirkungsgrad der Solarzellen mit dem höchsten Wirkungsgrad in *p-i-n*-Konfiguration größer für die IPC-verarbeitete Probe (5,3%) im Vergleich zu nachgetemperten $CH_3NH_3PbI_3$ Dünnschichten, aufgrund der Strom-Spannung Hysterese. Im Falle von $Pb(HCOO)_2$ konnten aufgrund der schlechten Filmqualität und der Bildung von einem Nebenprodukt $(CH_3NH_3)_4PbI_6$ keine funktionierenden Solarzellen erhalten werden. Darüber hinaus wurden protische ionische Flüssigkeiten mit Methylammoniumkation und Carboxylatanion synthetisiert und erfolgreich als alternative Lösungsmittel für die organisch-anorganische Bleihalogenid Perowskit Prozessierung sowohl in reiner Form, als auch in binären Mischungen mit Co-Lösungsmitteln wie Wasser, Alkoholen und Acetonitril eingesetzt werden. Unter Verwendung eines ternären Lösungsmittelsystems, basierend auf der neuen protischen ionischen Flüssigkeit Methylammoniumpropionat, Acetonitril und Dimethylsulfoxid, konnten

$(\text{MA}_{0.15}\text{FA}_{0.85})\text{Pb}(\text{I}_{0.85}\text{Br}_{0.15})_3$ Perowskit Dünnschichten durch ein sequentielles Abscheidungsverfahren hergestellt und erfolgreich in Solarzellen integriert werden.

Darüber hinaus wurden die Effekte der Oberflächenmodifizierung von mesoporösen TiO_2 -Schichten durch Alkali-bis (trifluormethansulfonyl) imid (TFSI) Behandlung mittels Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS) untersucht. Hier wurde ein Kompromiss zwischen der Art des Alkalimetalls und der spezifischen Konzentration gefunden. Durch eine Kalium-TFSI Oberflächenbehandlung mit einer optimierten Konzentration von 0,2 mol/l konnten an Luft verarbeitete Perowskit-Solarzellen mit stabilisiertem Wirkungsgrad von 20,6% erhalten werden.