

In dieser Arbeit wird die Modifikation von Grenzflächen genutzt, um die Leistungsfähigkeit von p-i-n-strukturierten blei-basierten Perowskitsolarzellen zu verbessern. Organisch-anorganische Halogenidperowskite stellten sich bereits als hocheffiziente Solarzellenmaterialien dar. Viele Veröffentlichungen berichten über ihre herausragenden optoelektronischen Eigenschaften. Nichtsdestotrotz, hängt die Leistungsfähigkeit von Perowskit-Dünnschichtbauteilen von Grenzflächeneigenschaften innerhalb des Bauteils ab, welche den Aufbau von Schichten, sowie Ladungstransport und -extraktion bestimmen.

In dieser Arbeit werden Grenzschichten in bleihaltigen Perowskitsolarzellen modifiziert, um die Effizienz dieser Bauteile zu steigern. Änderungen in den Bauteilcharakteristika werden mit Hilfe von Stromdichte-Spannungs-Kennlinien (JV) untersucht. Maßgebliche Verbesserungen werden dabei durch die Anpassung der Grenzflächenenergien zwischen der Elektronen-Transportschicht (ETL) und der Metallkathode beobachtet. Mit der Einführung einer dünnen Zwischenschicht von Calcium, welches eine geringe Austrittsarbeit aufweist, wird die Energiebarriere für die Elektronenextraktion verringert. Als Folge wird das Auftreten von S-förmigen JV-Kennlinien verhindert und große Verbesserungen im Füllfaktor sind zu beobachten. Ähnliche Ergebnisse werden nach dem kathodenseitige Einfügen von organischen Zwischenschichten aus PEIE oder PFN-P1 und Lochblockschichten aus BCP und BPhen gemacht.

Zudem wird erstmals eine Serie von vernetzbare Lochtransport-Materialien (x-HTM) eingesetzt. Deren Vorteil der Anpassbarkeit der höchst besetzten Molekülorbitale (HOMO) und der niedrigst besetzten Molekülorbitale (LUMO) durch den Austausch von Molekülsubstituenten wird angewandt, um Lochleit- und Elektronenblockeigenschaften unter Flachband-Bedingungen zu untersuchen. Es wird gezeigt, dass eine effiziente Extraktion von Löchern von der Energieleveldifferenz  $\Delta E_{HT}$  zwischen dem HOMO des HTM und dem Valenzband des  $\text{MAPbI}_3$  Perowskits abhängig ist. Die Nutzung von QUPD führt zur besten Lochextraktion in der untersuchten Serie. Alle anderen x-HTM mit niedrigeren HOMO Leveln weisen reduzierte Lochextraktion auf, welches durch S-förmige JV Kennlinien gezeigt wird. Die Einführung von TAPC-Derivaten mit höheren LUMO Level Positionen führt zu einer Verbesserung der Elektronenblockung an der Grenzfläche der Lochtransportschicht (HTL). Somit werden höhere Werte in Kurzschlussstromdichte ( $J_{sc}$ ) und Leerlaufspannung ( $V_{oc}$ ) erreicht.

Mit der Nutzung einer 5 nm dünnen vernetzbaren Lochtransportschicht (x-HTL) aus QUPD können hocheffiziente Perowskitsolarzellen hergestellt werden, welche bei Nutzung des  $\text{MAPbI}_3$  Absorbers eine Rekord-Umwandlungseffizienz von 17.3% aufweisen.

Bei Nutzung des Mehrfach-Kationen-Perowskits  $(\text{CsPbI}_3)_5[(\text{FAPbI}_3)_{83}(\text{MAPbBr}_3)_{17}]_{95}$  in Kombination mit QUPD werden sogar 19.2% erreicht. Dadurch wird die Wettbewerbsfähigkeit der x-HTL Materialien gegenüber kommerziell erhältlichen Materialien, wie poly-TPD oder PTAA, hervorgehoben.

Eine Vorbehandlung des Bauteils durch Beleuchtung oder das Anlegen einer Spannung vor der Aufnahme einer JV Kennlinie, haben Einfluss auf die Ladungsverteilung innerhalb eines Bauteils und können Veränderungen in den JV Charakteristika hervorrufen. Mit dem Ziel, stationäre Solarzellencharakteristika zu erhalten, wird die Entwicklung eines Algorithmus zur Verfolgung des Punktes der maximalen Leistung (MPPT) vorgestellt. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Solarzellencharakteristika von der eingestrahnten Lichtintensität und der Nutzung einer Schattenmaske während der Messung von JV Kennlinien, zeigen wichtige Aspekte auf, um eine Fehlinterpretation der Charakteristika in p-i-n-strukturierten Perowskitsolarzellen zu vermeiden.