

ENTWICKLUNG UND OPTIMIERUNG VON HALBLEITERSCHICHTEN UND FARBSTOFFEN FÜR FARBSTOFFSOLARZELLEN

BMW i IGF 16658 BR | Laufzeit: 08.2010 – 05.2013 | Michael Stoll, FILK Freiberg; Kristina Dubnack, IAAC Uni Jena; Ingo Dirnstorfer, NaMLab Dresden

Kategorien: Technische Textilien/Composite

Das IGF-Vorhaben (16658 BR) der Forschungsvereinigung „Verein zur Förderung des Forschungsinstitutes für Leder und Kunststoffbahnen (FILK) Freiberg/Sachsen e. V., Meißner Ring 1, 09599 Freiberg“ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir bedanken uns für die gewährte Unterstützung.

Ziel des Projektes war die Herstellung von innovativen Farbstoffsolarzellen mit einem neuen Elektrodenaufbau sowie die Entwicklung und Verwendung neuartiger Farbstoffe. Im Rahmen des Projektes erfolgte die Herstellung nanoporöser Halbleiterschichten auf mit Indium-Zinn-Oxid (ITO) beschichteten Gläsern, die als Arbeitselektrode der Solarzellen dienten. Für die Applikation der Schichten wurde nach einer Evaluation verschiedener Verfahren der Siebdruck ausgewählt und die Abscheidebedingungen optimiert. Dazu erfolgten weiterhin rheologische Untersuchungen an der für die Halbleiterschichten verwendeten Paste. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen gaben u. a. Auskunft über notwendige Quellzeiten einzelner Bestandteile oder über eventuelle Schädigungen der Paste durch den Herstellungs- und/oder Applikationsprozess. Auf diese Weise konnte sicher gestellt werden, dass die hergestellten Schichten keiner Vorschädigung unterliegen und optimal abgeschieden wurden. Durch die Optimierung der Trocknungsbedingungen war es möglich, geschlossene rissfreie Schichten zu applizieren. Höhere Schichtstärken, welche zu einer Verbesserung der Photostromergebnisse führten, konnten durch eine mehrfache Beschichtung der Proben erreicht werden. Ein großes Problem dieser Schichten war jedoch ihre geringe Haftfestigkeit auf dem ITO-beschichteten Glas bei Kontakt mit dem verwendeten Elektrolyten sowie bei mechanischer Beanspruchung. Eine geringfügige Verbesserung der Haftfestigkeit (v. a. gegenüber dem Elektrolyten) konnte durch die Verwendung von PVD- (Physical Vapor Deposition) und ALD- (Atomic Layer Deposition) Schichten zur Konditionierung der Siebdruckschichten erreicht werden. Beim ALD-Verfahren wird der Schichtaufbau durch die Abscheidung einzelner Atomlagen realisiert. Zum Einsatz kamen titan- sowie aluminiumhaltige Precursoren zur Herstellung von TiO_2 - bzw. Al_2O_3 -Schichten. Im Projekt konnten mit beiden Materialien Schichten mit verschiedenen Stärken

abgeschieden werden. Abhängig von den Prozesszeiten konnte mit Al_2O_3 auch eine vollständige Durchdringung der Siebdruckschicht erreicht werden, was jedoch zu einer Verschlechterung des Photostromes führte. Zur Übertragung der Ergebnisse auf ein polymeres Substrat stand eine ITO-beschichtete PET-Folie zur Verfügung, auf welche mittels Siebdruck poröse Schichten aufgebracht wurden. Die Sinterung erfolgte mittels Blitzlampe. Die Haftung der Schichten war jedoch sehr schlecht, so dass kein Farbstoff aufgebracht und damit kein Photostrom gemessen werden konnte. Weiterhin erfolgte die Herstellung verschieden dicker PVD-Schichten als Grundlage für hochadsorbierende organische Farbstoffe. Als Halbleiter kamen TiO_2 und NiO zum Einsatz. Mit diesem Zellaufbau konnten jedoch keine ausreichenden Photoströme erreicht werden. Für die Untersuchungen der Photoströme der hergestellten Zellen kam ein Standard-Rutheniumfarbstoff (N3) zum Einsatz. Dieser wurde mittels Dip Coating auf die Schichten aufgebracht. Der gleiche Farbstoff bildete weiterhin die Grundlage für die Versuche zur Verbesserung des Eigenschaftsspektrums. Dazu sollte dieser Farbstoff mit neuen Liganden versehen werden. Es zeigten sich jedoch große Schwierigkeiten bezüglich der Sauberkeit der Komplexe, der Menge an Ausbeute und der Löslichkeit. Zudem war die Herstellung sehr zeitaufwendig. Als alternativer Ligand wurde schließlich das 3-(2-Pyridyl)pyrazol eingeführt, mit welchem ein neuer Farbstoffkomplex synthetisiert werden konnte. Die erhaltenen Ergebnisse für den Aufbau der Arbeitselektrode flossen in die Herstellung der Demonstratoren ein. Der Verschluss dieser Zellen erfolgte mittels Glaslotverfahren, um einen Elektrolytverlust zu verhindern. Die besten Ergebnisse für geschlossenen Zellen konnten mit einer ca. 14 nm starken TiO_2 -Siebdruckschicht, auf welcher mit ALD ca. 1 nm TiO_2 abgeschieden wurde, erzielt werden. Untersuchungen zur Langzeitstabilität zeigten, dass diese jedoch nicht gegeben war. <link bericht bmwi igf>Bericht anfordern