

Squaraine Dyes and Functionalized Silicon Nanoparticles for Printable Electronic Devices

Kaja C. Deing

Kurzzusammenfassung

Im ersten Teil dieser Arbeit wird die Eignung von Squaraine-Farbstoffen (Quadratsäuren) als Donormaterialien in lösungsprozessierbaren und damit potentiell druckbaren Solarzellen untersucht. Diese Squaraine-Farbstoffe bestehen aus Donor- und Akzeptoruntereinheiten und werden mit einem Fullerenakzeptor gemischt. Die strukturelle Optimierung der Akzeptoruntereinheit (Quadratsäure) und der Donoruntereinheiten führte zu einem vielversprechenden Farbstoff mit einer guten Solarzellencharakteristik für lösungsprozessierte kleine Moleküle. Die mit diesem Farbstoff erreichte Kurzschlussstromdichte beträgt $12,61 \text{ mA cm}^{-2}$ und der Wirkungsgrad $1,79 \%$. Einige der untersuchten Farbstoffe zeigen ein bemerkenswertes Aggregationsverhalten. Zwei verschiedene Aggregationstypen, die *H*- und *J*-Aggregaten zugeordnet werden können, werden identifiziert und charakterisiert. Die selektive Domänenbildung führt zu Solarzellen, die jeweils nur eine Aggregationsart enthalten. Dies erlaubt eine eindeutige Zuordnung des Morphologieeinflusses auf die Solarzellencharakteristik. Das Domänenwachstum wird erfolgreich mittels orts aufgelöster Photostrommessungen visualisiert. Sind in einer Solarzelle mehrere Domänen präsent, erlaubt diese Technik außerdem, den Einfluss der einzelnen Domänen auf die Solarzellencharakteristik zu bestimmen.

Die Anwendbarkeit funktionalisierter Silizium-Nanopartikel in druckbarer Elektronik wird im zweiten Teil dieser Arbeit untersucht. Verschieden funktionalisierte Nanopartikel werden als aktives Material in lösungsprozessierten Solarzellen und Dünnschicht-Feldeffekttransistoren eingesetzt. Die mit einer lochleitenden organischen Hülle funktionalisierten Silizium-Nanopartikel zeigen sowohl photovoltaische Aktivität als auch den Feldeffekt. Die mit einer nicht-leitenden organischen Hülle funktionalisierten Nanopartikel zeigen weder photovoltaische Aktivität noch einen Feldeffekt. Dennoch ist der mit den funktionalisierten Nanopartikeln erreichbare Wirkungsgrad von $0,06 \%$ für praktische Anwendungen zu klein. Die in Dünnschicht-Transistoren gemessene Feldeffekt-Beweglichkeit ist mit $3,4 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ebenfalls sehr klein.