

Kurzfassung

Solarzellen aus dem Absorbermaterial Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGSe) mit der chemischen Zusammensetzung $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{Se}_2$ verfügen mit einem Wirkungsgrad von bis zu 22,9 % über die höchste Effizienz in der Gruppe der Dünnschicht-Solarzellen. Die Kosten der CIGSe-Solarzellen sind jedoch unter anderem abhängig von den Preisen für Indium und Gallium, welche eine hohe Volatilität aufweisen und deren weltweit vorhandene Ressourcen gering sind. Um Indium und Gallium bei der Herstellung von CIGSe-Solarzellen einzusparen kann die laterale Ausdehnung des Absorbers beschränkt werden. Die Herstellung von Mikrometergroßen Absorbern hat in Kombination mit lichtkonzentrierender Optik nicht nur den Vorteil der Materialersparnis, sondern auch ein nachweislich hohes Potential zur Steigerung der Effizienz.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Herstellungsverfahren für Mikrometergroße $\text{Cu}(\text{In}_{0,7}\text{Ga}_{0,3})\text{Se}_2$ -Strukturen entwickelt und das hergestellte Material im Hinblick auf seine Verwendbarkeit als Absorbermaterial für Mikrokonzentrator-Solarzellen charakterisiert. Bei dem entwickelten Verfahren handelt es sich um einen *bottom-up* Ansatz, basierend auf der lokal definierten Bildung von Indium-Inseln, die durch physikalische Gasphasenabscheidung auf einem mit Molybdän beschichteten Glassubstrat entstehen. Aus diesen Inseln entstehen durch weitere Prozessschritte Chalkopyritische CIGSe-Mikroabsorber. Die selektive Keimbildung von Indium wird durch eine punktuelle Veränderung der Substratoberfläche mittels ultrakurzer Laserpulse erreicht. Die so hergestellten Absorber benötigen nur ein Hundertstel des Materials das für handelsübliche CIGSe-Solarzellen verwendet wird.

Abstract

Solar cells made of the absorber material copper indium gallium selenide (CIGSe), with the chemical composition $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{Se}_2$, have the highest efficiency in the group of thin-film solar cells reaching up to 22.9 %. However, the costs of CIGSe solar cells depend, among other things, on the prices for indium and gallium, which are highly volatile and whose global resources are scarce. To save indium and gallium in the production of CIGSe solar cells, the lateral extension of the absorber can be limited. The production of micrometer-sized absorbers in combination with light-concentrating optics has not only the advantage of material savings, but also a verifiably high potential for increasing the efficiency.

Within the scope of this work, a process for micrometer-sized $\text{Cu}(\text{In}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})\text{Se}_2$ structures was developed and the resulting material was characterized with regard to its usability as absorber material for micro-concentrator solar cells. The developed process is a *bottom-up* approach based on the locally defined formation of indium islands, which are grown by physical vapour deposition on a molybdenum-coated glass substrate. Starting from these islands chalcopyrite CIGSe micro-absorbers are created by further process steps. Selective nucleation of indium islands is achieved by a localized treatment of the substrate surface by means of ultra-short laser pulses. The absorbers produced in this way only require one hundredth of the material used for commercial CIGSe solar cells.