

Grätzelzelle

19.10.2009 – 30.11.2009

PPG 5

Michele Collodo, Andreas Glossner,
Karl-Christoph Gödel, Bastian Hacker,
Maria Obst, Alexander Wagner, David Winnekens
Tutor: Xiaoyue Jin

http://pp.physik.uni-erlangen.de/groups/ws0910/ppg5/ppg5_start.html

Inhaltsverzeichnis

1	introduction	3
2	Theorie	3
2.1	Bändermodell und Halbleitertechnik	3
2.2	Funktionsweise der Grätzelzelle	4

Description of our work . . .

1 introduction

Content and stuff ...

2 Theorie

2.1 Bändermodell und Halbleitertechnik

Um die Funktionsweise von Solarzellen im allgemeinen und der Grätzelzelle im besonderen verstehen zu können, muss man sich zunächst mit dem Energiebändermodell aus der Quantenmechanik beschäftigen. Die Bänder entstehen durch Überlagerung der Energieniveaus der einzelnen, im Kristall dicht nebeneinander gelagerten Atome. Nahe bei den Atomrümpfen befinden sich die gebundenen Zustände. Wenig darüber entsteht durch Überlappung der Potentiale das Valenzband, in dem alle Plätze mit Elektronen besetzt sind. So kann sich ein Elektron nur bewegen, wenn sich ein anderes Elektron genau in entgegengesetzter Richtung bewegt. Noch weiter von den Atomrümpfen entfernt liegen weitere, unbesetzte Energieniveaus übereinander. Hier können sich die Elektronen frei bewegen, dieses Band wird daher Leitungsband genannt.

Zwischen Valenz- und Leitungsband befindet sich die verbotene Zone (Bandlücke), in der sich keine Elektronen befinden. Nach der Größe dieser Zone unterscheidet man Leiter, Halbleiter und Isolatoren. Bei einem Leiter gibt es keine verbotene Zone und Valenz- und Leitungsband gehen ineinander über oder im Valenzband sind nicht alle Plätze mit Elektronen besetzt. So kann problemlos Strom fließen. Isolatoren hingegen haben ein vollständig besetztes Valenzband und die Bandlücke ist so groß dass sie selbst von hoch angeregten Elektronen nicht oder nur sehr schwer überwunden werden kann.

Auch bei Halbleitern ist das Valenzband voll besetzt, jedoch ist hier die verbotene Zone noch kleiner als etwa 10eV. Es ist also für Elektronen, die durch hohe Temperaturen oder einfallende Photonen angeregt sind, möglich, die Lücke zu überspringen und sich im Leitungsband fortzubewegen. Werden hier nun in den Kristall Fremdatome eingefügt (Dotierung), verändern sich dessen leitenden Eigenschaften. Werden Atome eingesetzt, die mehr Elektronen in der äußeren Schale haben als die des Kristalls (n-Dotierung), so gibt es „überschüssige“ Elektronen, die einfacher ins Leitungsband wechseln können. Solche Atome heißen Elektronendonatoren. Fügt man hingegen Fremdatome ein, die weniger Elektronen in ihrer äußeren Schale haben (p-Dotierung), entstehen Löcher, in denen leicht Elektronen aus dem Valenzband angelagert werden. Es gibt nun Elektronenfehlstellen, die Atome werden als Elektronenakzeptoren bezeichnet.

Bringt man nun einen p-dotierten und einen n-dotierten Halbleiter zusammen, diffundieren die überschüssigen Elektronen aus der n-Schicht zu den Fehlstellen in der p-Schicht, es bildet sich ein elektrisches Feld, das von der n- zur p-Seite

gerichtet ist. Nun können durch das Anlegen einer äußeren Spannung verschiedene Funktionen, wie beispielsweise die Diode, erreicht werden. Schliesst man den Pluspol an die p-Schicht und den Minuspol an die n-Schicht, betreibt man eine Diode in Durchlassrichtung. Die Bandlücke wird beinahe aufgehoben und Leitung ist möglich.

Bei umgekehrter Polung, also in Sperrichtung, kann kein Strom fließen. Solche Dioden nennt man Photodioden, sie werden in herkömmlichen Solarzellen verwendet. Eine Grätzelzelle hingegen greift mehr auf Ideen der Natur zurück. Hier wird durch Imitation der natürlichen Photosynthese Energie erzeugt.

2.2 Funktionsweise der Grätzelzelle

Die Grätzelzelle, benannt nach ihrem Erfinder, dem Schweizer Michael Grätzel, besteht aus zwei Elektroden, typischerweise leitend beschichtete Glasplatten. Auf der einen Glasplatte wird als Halbleiter Titandioxid angebracht. Da hier aber die verbotene Zone aber eine Größe von 3.2eV hat, wäre die Zelle nur für hochenergetische Photonen des UV-Lichts empfindlich. Daher wird auf die TiO_2 -Schicht ein lichtempfindlicher organischer Farbstoff aufgebracht, dessen Elektronen auch von sichtbarem Licht angeregt werden können. Die Grätzelzelle wird deshalb auch als Farbstoffsolarzelle bezeichnet.

Die Gegenelektrode ist mit einem Katalysator, oft Platin, beschichtet, um die Übergabe der ausgelösten Elektronen zu erleichtern. Den Raum zwischen den beiden Elektroden füllt ein Elektrolyt, der in Redox-Reaktionen einerseits dem Farbstoff schnellen Nachschub an Elektronen liefert und andererseits an der Kathode wieder zurück reagiert. Hier wird häufig Iodkaliumiodid eingesetzt.