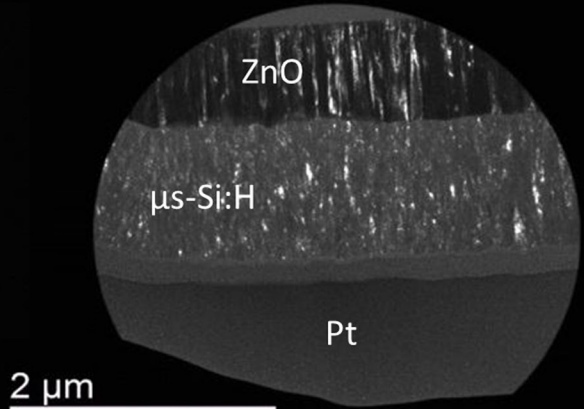




Zur Mikrostruktur siliziumbasierter Dünnschichten für die Photovoltaik

Florian Köhler

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK)
Photovoltaik (IEK-5)

Zur Mikrostruktur siliziumbasierter Dünnschichten für die Photovoltaik

Florian Köhler

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 176

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-89336-876-1

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	5
2.1	Atomare Ordnung im Festkörper	5
2.1.1	Kristalline Phase	5
2.1.2	Amorphe Phase	7
2.2	Depositionsverfahren	8
2.3	Grundlagen über die verwendeten Materialsysteme	8
2.3.1	Amorphes Silizium	8
2.3.2	Mikrokristallines Silizium	12
2.3.3	Siliziumkarbid	14
2.4	Charakterisierungsmethoden	16
2.4.1	Ramanspektroskopie	16
2.4.2	Röntgenbeugung	23
3	Amorphes Silizium	29
3.1	Ramanspektroskopie	29
3.1.1	Beispielspektren und Auswertung	29
3.1.2	Charakterisierung der Ordnung durch Ramanspektroskopie	31
3.2	Röntgenbeugung	36
3.2.1	Charakterisierung der Ordnung durch XRD	36
3.2.2	Medium Range Order und Staebler-Wronski-Effekt	37
3.2.3	Medium Range Order der amorphen Phase in mikrokristallinem Silizium	39
4	Mikrokristallines Silizium	41
4.1	Bestimmung des kristallinen Volumenanteils in Dünnschichtsilizium	41
4.1.1	Analyse mittels Ramanspektroskopie	42
4.1.2	Analyse mittels Röntgenbeugung	48
4.1.3	Vergleich von Ramankristallinität und XRD-Kristallinität	48
4.2	Tiefenaufgelöste Messungen des kristallinen Volumenanteils	50
4.2.1	GI-XRD unter variierendem Einfallswinkel	51
4.2.2	Ramanspektroskopie an geätzten Schichten	53
4.2.3	Tiefenaufklärung mittels in-situ-Ramanspektroskopie	57
4.3	Auswirkung der Vorzugsorientierung auf Solarzeleigenschaften	58
4.3.1	Röntgenbeugung	59
4.3.2	Transmissionselektronenmikroskopie	61
5	Mikrokristallines Siliziumkarbid	65
5.1	$\mu\text{c-SiC:H}$ - Ein Mischphasenmaterial?	66
5.1.1	Ramanspektroskopie	67
5.1.2	Infrarotspektroskopie	70
5.1.3	Röntgenbeugung	71
5.1.4	Transmissionselektronenmikroskopie	73
5.1.5	Alternative Interpretation von f_{L-G}	75

5.2	Simulation von Stapelfehlern mittels DIFFaX	76
5.3	P-dotiertes SiC deponiert bei unterschiedlichen Depositionsdrücken	77
5.3.1	Optische Eigenschaften von p-SiC bei unterschiedlichen Depositionsdrücken	77
5.3.2	Elektrische Eigenschaften von p-SiC bei unterschiedlichen Depositionsdrücken	79
5.3.3	Strukturelle Eigenschaften von p-SiC bei unterschiedlichen Depositionsdrücken	81
6	Zusammenfassung	87
A	Anhang	89
A.1	Fit-Prozeduren mit TOPAS	89
A.1.1	Fit-Anpassung der Diffraktogramme von amorphem Silizium	89
A.1.2	Fit-Anpassung der Diffraktogramme von mikrokristallinem Silizium . . .	90
A.1.3	Fit-Anpassung der Diffraktogramme von mikrokristallinem Siliziumkarbid	90
A.2	Simulation mittels DIFFaX	91

