



Untersuchung der Ladungsträgerkonzentration und -beweglichkeit in mikrokristallinen Siliziumlegierungen mit Hall-Effekt und Thermokraft

Christian Sellmer

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

Untersuchung der Ladungsträgerkonzentration und -beweglichkeit in mikrokristallinen Silizium- legierungen mit Hall-Effekt und Thermokraft

Christian Sellmer

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

Band / Volume 135

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-89336-778-8

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	1
Abstract	3
1 Einleitung	5
1.1 Motivation: Entwicklung der EE und die Folgen für das Stromnetz	5
1.2 Funktionsweise von Si-Dünnschichtsolarzellen und Gliederung der Arbeit	8
2 Grundlagen	11
2.1 Elektronische Eigenschaften kristalliner und nicht-kristalliner Halbleiter .	11
2.1.1 Effektive Masse	13
2.1.2 Zustandsdichte	14
2.1.3 Zustandsdichte in nicht-kristallinen Materialien	14
2.1.4 Effektive Zustandsdichte an den Bandkanten	19
2.1.5 Fermi-Dirac-Integrale	21
2.2 Ladungsträgertransport in Halbleitern	24
2.2.1 Drude-Modell	24
2.2.2 Transportgleichung	25
2.2.3 Leitfähigkeit	27
2.2.4 Hall-Effekt	28
2.2.5 Thermokraft	32
2.2.6 Q-Funktion	36
2.2.7 Barrierenlimitierter Transport	37
3 Experimentelle Methoden	41
3.1 Deposition	41
3.1.1 PECVD	41
3.1.2 HWCVD	42
3.2 Raman-Spektroskopie	44
3.3 Röntgenbeugung	45
3.4 Probenpräparation	45
3.4.1 Strukturierung	45
3.4.2 Schichtdickenbestimmung	46
3.5 Defektimplantation	47
3.6 Hall-Messungen	48
3.6.1 Aufbau	48
3.6.2 Ablauf der Messung	50

3.7	Thermokraftmessungen	51
3.7.1	Aufbau	51
3.7.2	Wärmeleitung	52
3.7.3	Bestimmung der Thermokraft	53
3.7.4	Bestimmung der Leitfähigkeit	54
4	Ergebnisse und Diskussion	57
4.1	Untersuchungen an n-dotiertem $\mu\text{c-Si}$	58
4.1.1	Einfluss von Silankonzentration und Dotierung	58
4.1.2	Untersuchung einer n-dotierten $\mu\text{c-Si}$ -Probenserie mit kleineren Silankonzentrationsschritten	73
4.1.3	$\mu\text{c-Si}$ -Proben mit variablem Fermi-Niveau	83
4.2	Untersuchungen an p-dotiertem $\mu\text{c-Si}$	104
4.2.1	Kristallinität von HWCVD-Proben als Funktion der Tiefe	105
4.2.2	Variation der Silankonzentration	107
4.2.3	Probenserie mit unterschiedlicher Dotierung	114
4.2.4	Effektive Zustandsdichte an der Valenzbandkante	116
4.2.5	Zusammenhang zwischen effektiver Masse und Gitterparameter	122
4.3	Undotierte und Aluminium-dotierte $\mu\text{c-SiC}$ -Proben	124
4.3.1	Hall-Messungen	125
4.3.2	Leitfähigkeits- und Thermokraftmessungen	128
4.3.3	Effektive Zustandsdichte	132
4.4	Ladungsträgertransport in $\mu\text{c-Si}$ und $\mu\text{c-SiC}$	136
4.4.1	Differentielle Beweglichkeit	136
4.4.2	Potentialfluktuationen	141
5	Zusammenfassung	143

