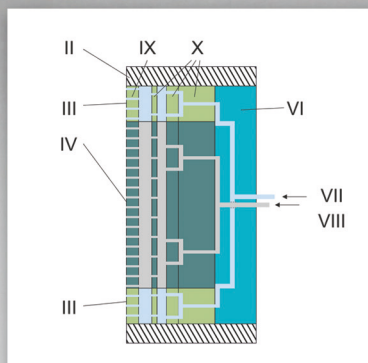
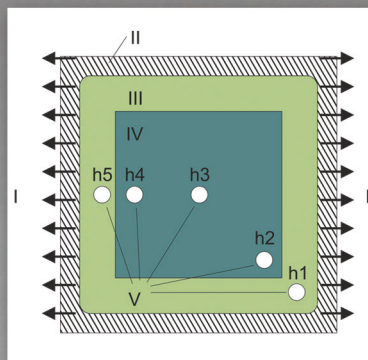




Entwicklung von großflächigen PECVD-Prozessen zur kontrollierten, homogenen Abscheidung dünner Siliziumschichten für die Photovoltaik

Björn Olaf Grootenk

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 462

ISBN 978-3-95806-402-7

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

Entwicklung von großflächigen PECVD-Prozessen zur kontrollierten, homogenen Abscheidung dünner Siliziumschichten für die Photovoltaik

Björn Olaf Grootenk

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

Band / Volume 462

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-402-7



Inhaltsverzeichnis

Abstract	3
Kurzfassung	7
1 Einleitung	15
2 Physikalische Grundlagen und Herstellung von dünnen Siliziumschichten und ihre Anwendung in Solarzellen	19
2.1 Dünnschicht-Silizium	20
2.2 Silizium-Dünnschichtsolarzellen	23
2.3 Plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung	25
2.4 Optische Emission in Silan-Wasserstoff-Plasmen	29
3 Experimentelle Methoden	31
3.1 Depositionsanlage	32
3.1.1 Large Area Deposition Apparatus (LADA)	32
3.1.2 Prozesskammer 1 mit planer Duschkopfelektrode	32
3.2 Substrat, Front- / Rückkontakt	36
3.3 Schichtdicke-Messungen	38
	11

Inhaltsverzeichnis

3.4	Raman-Spektroskopie	38
3.5	Schichttiefen-aufgelöste Raman-Spektroskopie	40
3.6	Opto-Elektronische Charakterisierung	40
3.7	Sekundärionen-Massenspektrometrie	43
4	Großflächige Abscheidung mikrokristalliner Solarzellen mit einem Niedriggasfluss-Depositionsregime	45
4.1	Einleitung	46
4.2	Einfluss der Plasma-Startbedingungen und der Gasflussgeometrie auf Niedriggasfluss-Depositionsregime	47
4.2.1	Einleitung	47
4.2.2	Experimentelle Bedingungen	47
4.2.3	Experimentelle Ergebnisse	50
4.2.4	Diskussion	57
4.2.5	Zusammenfassung	60
4.3	Einfluss des Wasserstoffflusses, Pulverbildung und atmosphärischer Kontaminationen auf Niedriggasfluss-Depositionsregime	61
4.3.1	Einleitung	61
4.3.2	Experimentelle Ergebnisse	62
4.3.3	Diskussion	69
4.4	Zusammenfassung	70
5	Überwachung der Pulverbildung mittels Optischer Emissionsspektroskopie und Messung der selbstinduzierten Vorspannung in mikrokristallinen Depositionsregimen	73

5.1	Einleitung	74
5.2	Experimentelle Ergebnisse	74
5.3	Diskussion	79
5.4	Zusammenfassung	81
6	Aufbau und Entwicklung einer Experimentierelektrode	83
6.1	Einleitung	84
6.2	Anlagenerweiterung und erste Elektrodenversion: Duschkopfelektrode	84
6.3	Zweite Elektrodenversion mit optischen Zugriffen	85
6.3.1	Einleitung	85
6.3.2	Experimentelle Ergebnisse und Diskussion	86
6.3.3	Zusammenfassung	102
6.4	Dritte und finale Elektrodenversion mit optischen Zugriffen und orts- aufgelöster Gaseinspeisung	104
6.4.1	Ortsaufgelöste Gaseinspeisung	104
6.4.2	Optische Zugriffe	104
6.4.3	Ortsaufgelöste optische Emissionsspektroskopie	110
6.4.4	Mit örtlich aufgelöster Gaseinspeisung abgeschiedenes mikro- kristallines Silizium	116
6.5	Zusammenfassung und Ausblick	127
7	Zusammenfassung	131
8	Schlussfolgerung und Ausblick	135
		13

Inhaltsverzeichnis

Publikationsverzeichnis	139
Literaturverzeichnis	141
Danksagung	153

Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 462
ISBN 978-3-95806-402-7