

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Grundlagen.....	3
2.1	Transparente, leitfähige Metalloxide (TCO).....	3
2.1.1	Struktur von Zinkoxid.....	3
2.1.2	Elektrische Eigenschaften.....	4
2.1.3	Optische Eigenschaften.....	5
2.1.4	Amorphes Silizium.....	6
2.2	Mikrokristallines Silizium.....	8
2.2.1	Dotierung und Ladungsträgertransport.....	9
2.3	Dünnschichtsolarzellen aus Silizium.....	10
2.4	TCO und Light-Trapping.....	11
3	Herstellung, Präparation und Charakterisierung der Substrate und Solarzellen ...	15
3.1	Herstellung der ZnO- und Ag-Filme.....	15
3.2	Strukturierung des TCO's.....	16
3.3	Herstellung der Solarzellen.....	21
3.3.1	Herstellung von a-Si:H Solarzellen.....	22
3.3.2	Herstellung von $\mu\text{c-Si:H}$ Solarzellen.....	23
3.3.3	Kontaktierung der Solarzellen.....	23
3.4	Optische Messungen.....	24
3.4.1	Spektrometermessungen.....	24
3.4.2	Winkelabhängige Streumessungen.....	25
3.5	Untersuchung der Morphologie und Schichtstruktur.....	26
3.5.1	Das Rasterkraftmikroskop (Atomic Force Microscope: AFM).....	26
3.5.2	Das Rasterelektronenmikroskop (REM).....	28
3.6	Charakterisierung der Solarzelleneigenschaften.....	30
3.6.1	Hellkennlinienmessung.....	30
3.6.2	Spektrale Empfindlichkeit.....	32
4	Optische Eigenschaften des strukturierten TCO und der Solarzellen	35
4.1	Oberflächenanalyse der TCO-Schichten.....	35
4.2	Einfluss des Ätzprozesses auf die optischen Eigenschaften.....	38
4.3	Einfluss der Oberflächenrauigkeit auf die Solarzelleneigenschaften.....	50
4.3.1	pin-Solarzellen.....	51

4.3.2	nip-Solarzellen im Vergleich zu pin-Solarzellen	61
4.4	Zusammenfassung.....	71
5	Optische Eigenschaften des periodischen strukturierten TCO und der Solarzellen	73
5.1	Oberflächenanalyse des Beugungsgitters.....	73
5.2	Einfluss des Beugungsgitters auf die optischen Eigenschaften	77
5.3	Einfluss des Beugungsgitters auf die Eigenschaften von mikrokristallinen und amorphen Silizium-Solarzellen	84
5.3.1	μc-Si:H pin-Solarzellen mit integriertem Beugungsgitter	85
5.3.2	a-Si:H-Solarzelle mit integriertem Beugungsgitter	91
5.4	Einfluss eines Beugungsgitters am Rückkontakt in mikrokristallinen Si pin-Solarzellen.....	97
5.4.1	Glattes Substrat mit einem periodisch strukturierten Rückkontakt	98
5.4.2	Raues Substrat mit einem periodisch strukturierten Reflexionsgitter.....	99
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	101
	Abbildungsverzeichnis.....	105
	Tabellenverzeichnis.....	111
	Symbole, Abkürzungen.....	113
	Literaturverzeichnis.....	115
	Dank.....	121