

FORTSCHRITT-
BERICHTE

VDI

Dipl.-Phys. Michael Rose, Frankfurt

**Strahleninduzierte
Defektbildung
in nanokristallinen
Materialien**

Reihe **5**: Grund- und Werkstoffe

Nr. **503**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Theoretische Grundlagen	5
2.1	Wechselwirkung von Ionen mit Festkörpern	5
2.2	Energieverlust von Ionen in Materie	5
2.2.1	Defektentstehung durch Bestrahlung	8
2.2.2	Modell von Kinchin und Pease	10
2.2.3	Defektbildung in Stoßkaskaden	11
2.2.4	Simulation von Bestrahlungsexperimenten	12
2.3	Transmissionselektronenmikroskopie	14
2.3.1	Zur Entstehung des Bildkontrastes	15
2.4	Charakterisierung von Defekten	18
2.4.1	Identifizierung der Defektart	18
2.4.2	Bestimmung des Burgers-Vektors aus dem $b \cdot g$ -Kriterium	20
2.4.3	Analyse des Versetzungstyps	22
2.4.4	Messung der Defektgröße von Versetzungen	27
2.4.5	Zur Defektdichtebestimmung	27
3	Experimente	28
3.1	Synthese nanokristalliner Pulver mit der IGC-Methode	28
3.2	Probencharakterisierung	31
3.2.1	XRD	31
3.2.2	TEM	34
3.2.3	RBS	39
3.3	Bestrahlungssimulation mit dem Monte-Carlo-Verfahren	41
3.3.1	Simulation von 4 MeV Kr \Rightarrow ZrO ₂	43
3.3.2	Simulation von 4 MeV Kr \Rightarrow Pd	44
3.3.3	Simulation von 240 keV Kr \Rightarrow Pd	45

3.3.4	Simulation von 200 keV Kr \Rightarrow ZrO ₂	46
3.3.5	Simulation von 400 keV Kr \Rightarrow Pd	47
3.4	Bestrahlungsexperimente	48
3.4.1	Ionenbestrahlung bei hoher Energie	48
3.4.2	Ionenbestrahlung bei mittlerer Energie	48
3.4.3	Ionenbestrahlung bei niedriger Energie	49
3.4.4	In situ Elektronenbestrahlung	50
3.4.5	In situ Ionenbestrahlung (Kr)	50
4	Ergebnisse und Diskussion für die Experimente an ZrO₂	52
4.1	Bestrahlungsexperimente mit 4 MeV Kryptonionen	52
4.2	In situ Kryptonbestrahlung von ZrO ₂	61
4.2.1	Dosis- und Temperaturabhängigkeit der Defektdichte	61
4.2.2	Bestimmung des Burgers-Vektors in ZrO ₂	74
4.2.3	Dosis- und Temperaturabhängigkeit des Kornwachstums	76
4.3	In situ Elektronenbestrahlung	80
4.4	Die Hochenergieschwerionenbestrahlung	85
5	Ergebnisse und Diskussion für die Experimente an Pd	87
5.1	Bestrahlungsexperimente mit 240 keV und 4 MeV Kryptonionen	87
5.2	In situ Kryptonbestrahlung von Pd	95
5.2.1	Dosis- und Temperaturabhängigkeit der Defektdichte	95
5.2.2	Dosis- und Temperaturabhängigkeit des Kornwachstums	107
5.3	In situ Elektronenbestrahlung von Pd	112
6	Zusammenfassung	117
7	Literaturverzeichnis	120