

Dipl.-Phys. Lennard Helmers, Köln

Erstarrung stark seigernder Zweistoffsysteme

Untersuchungen zum Bridgman- Verfahren an Mischungen der Elemente Germanium und Silizium

Reihe **5**: Grund- und Werkstoffe

Nr. **448**

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	1
Einführung und Motivation	1
Experimentelle und numerische Verfahren und Untersuchungen	2
Bewertung von Konzentrationsprofilen mit Grenzschichtmodellen	2
Kristallzüchtungsversuche	3
Experimentelle Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit	5
Analyse des konvektiven Transports in der Schmelze	8
Ergebnisse, Interpretation und Ausblick	10
1 Einleitung	12
1.1 Motivation	12
1.2 Das System Germanium und Silizium	13
1.3 Einige Eigenschaften von $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$	14
1.4 Verfahren zur gerichteten Erstarrung	16
1.5 Stofftransport in der Schmelze	17
1.6 Stabilität der Phasengrenze	19
2 Durchführung und Bewertung der Kristallzüchtungsversuche	24
2.1 Grenzschichtmodelle	24
2.1.1 Bewertung des Stofftransports mit Grenzschichtmodellen	24
2.1.2 Anwendung von Grenzschichtmodellen auf das System $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$	27
2.1.3 Ein neues Grenzschichtmodell für die Bridgman-Züchtung von $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$	31
2.1.4 Berechnete Konzentrationsprofile der festen Phase	35
2.2 Experimente zur Kristallzüchtung	39
2.2.1 Die Bridgman-Anlage	39
2.2.2 Aufbau der Kartuschen	41
2.2.3 Untersuchungen zur Mikrostruktur der Proben	46
2.2.4 Deutung der mikrostrukturellen Befunde	52
2.3 Aussagen mit dem neuen Grenzschichtmodell	55
2.3.1 Bestimmung der Konzentrationsprofile	55
2.3.2 Bewertung mit dem neuen Grenzschichtmodell	56
2.3.3 Vergleich mit Experimenten aus der Literatur	61

3	Untersuchungen zur Konvektion	71
3.1	Verfahren zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit	71
3.1.1	Auswahl eines Meßverfahrens	71
3.1.2	Laufzeitbestimmung aus der Korrelation von Temperaturschwankungen	74
3.2	Durchführung der Messung und Auswertung	78
3.2.1	Aufbau der Kartuschen zur Geschwindigkeitsmessung	78
3.2.2	Versuchsdurchführung und Auswertung	82
3.2.3	Ergebnisse	87
3.3	Bewertung der konvektiven Durchmischung mit einem numerischen Modell	90
3.3.1	Grundlagen der Modellvorstellung	90
3.3.2	Numerische Realisierung des Modells	94
3.3.3	Aussagen mit dem numerischen Durchmischungsmodell	97
4	Diskussion der Ergebnisse	104
4.1	Resultate der Untersuchung des Seigerungsverhaltens	104
4.2	Beurteilung der Kristallqualität	108
4.3	Ausblick	108
5	Anhänge	110
5.1	Materialkennwerte	110
5.2	Analyse der Kristallstreifungen mit hochenergetischer Röntgenstrahlung	112
6	Literaturverzeichnis	116