

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	XIII
 A. Mikromorphologie	 1
1. Geometrisch-kinematische Theorien der Ätzgrubenbildung	1
1.1. Klassische kinematische Theorie nach Gross	3
1.2. Stabilitätskriterien für Ätzgruben und Ätzhügel	5
1.3. Gittergeometrisches Modell	11
2. Molekular-kinetische Theorien	12
2.1. Kinematische Theorien des Stufenkontinuums	12
2.1.1. Topographische Theorie der Kristallauflösung nach Frank	12
2.1.2. Kinematische Theorie nach Cabrera	15
2.2. Kinematische Theorie unter Berücksichtigung der Aufspaltung von wandernden Stufenzügen	21
2.2.1. Gleichungen für die Stufengeschwindigkeiten	22
2.2.2. Verhalten von Stufenketten mit unterschiedlichen Stufen- zahlen	24
2.2.3. Aufspaltung in Stufenpaare	25
2.2.4. Anwendung des Mullins-Hirth-Modells auf die topogra- phische Theorie nach Frank	27
3. Diffusions-Theorien	29
3.1. Diffusionstheorie der Ätzgrubenbildung ohne Fremdstoff- adsorption	29
3.2. Fremdstoff-Diffusionsmechanismus bei der Ätzgrubenbildung	31
3.3. Halbkristallage und Fremdstoffadsorption	35
4. Adsorptions-Theorie	39
4.1. Formal-thermodynamische Methode nach Gibbs-Wulff	39
4.2. Oberflächenenergieerniedrigung durch Adsorption	40
4.3. Topochemische Adsorptionstheorie der Einkristallätzung	41

5. Thermodynamische Theorien der Ätzgrubenbildung	43
5.1. Versetzungen als Ätzgrubenquelle	43
5.1.1. Typen von Versetzungen	43
5.1.2. Dissoziation von Burgers-Vektoren	44
5.1.3. Verzerrungsenergie von Versetzungen	49
5.2. Mechanismen der Versetzungsätzung	52
5.2.1. Spiralmechanismus an Schraubenversetzungen	53
5.2.2. Modell der Lochkeimbildung nach Cabrera	53
5.2.2.1. Lochkeimbildung auf einer ideal-ungestörten Oberfläche	54
5.2.2.2. Lochkeimbildung an einer Versetzung	55
5.2.3. Vergleich der verschiedenen Ätzmechanismen	57
6. Ätztechnik und Untersuchung von Ätzfiguren	61
6.1. Ätztechnik	62
6.1.1. Versetzungsätzung	62
6.1.2. Thermische Ätzung	70
6.1.2.1. Ätzgruben	70
6.1.2.2. Facettierung	73
6.1.3. Ätzung durch Ionenbombardement (Ionenätzen)	78
6.1.4. Chemisches Polieren	81
6.1.4.1. Grundlagen	81
6.1.4.2. Chemisches Polieren von Halbleitern und kera- mischen Materialien	81
6.1.4.3. Elektrolytisches Polieren	83
6.1.5. Lochfraßkorrosion (Pitting)	84
6.2. Untersuchungsmethoden für Ätzfiguren	87
6.2.1. Klassische optische Methoden. Direkte Messung am Mikroskop	87
6.2.2. Klassische optische Methoden. Lichtfiguren	88
6.2.3. Interferenzmikroskopische Methoden. Zweistrahlinter- ferenz-Verfahren nach Michelson	95
6.2.4. Interferenzmikroskopische Methoden. Vielstrahl-Inter- ferenz-Verfahren nach Tolansky	97
6.2.5. Interferenzmikroskopische Methoden. Zweistrahlinter- ferenzkontrast-Verfahren nach Nomarski (Polarisations- interferometrie)	99
6.2.6. Lichtprofilmikroskopie	101
6.2.7. Schärfentiefen-Mikroskopie nach McLachlan	103
6.2.8. Elektronenoptische Verfahren. Rasterelektronenmikro- skop	106
6.2.9. Ätzheiztisch	109
6.2.10. Gasätzkammer	112

7. Ätzfiguren und Kristallsymmetrie	113
7.1. Beziehungen zwischen Ätzfiguren und Kristallsymmetrie	113
7.1.1. Punktgruppensymmetrie	113
7.1.2. Ableitung der Ätzfiguren aus der Kristallstruktur mit Hilfe der PBC-Vektoren	115
7.1.2.1. Flußspatgitter	116
7.1.2.2. Zinkblendegitter	118
7.1.2.3. Diamantgitter	121
7.1.2.4. Rutilgitter	122
7.2. Flächenspezifische Adsorption von Spiegelbildisomeren (Hypo- morphie) und andere sterische Effekte.	125
7.3. Ätzverhalten polarer Kristalle (Halbleiter).	131
7.4. Anomale Ätzfiguren	137
7.4.1. Ätzsporne („Beaks“)	138
7.4.2. Ätzkanäle.	138
7.4.3. Symmetrieänderungen von Ätzgruben durch topotakti- sche Reaktionen	143
B. Makromorphologie	146
8. Einführung	146
8.1. Historische Entwicklung des Lösungskörperbegriffs	146
8.2. Einkristallkugeln	150
9. Kinematische Theorie der Lösungskörperentwicklung.	152
9.1. Die Isoklinen-Methode nach Gross	152
9.1.1. Konstruktion der Lösungsgeschwindigkeitsfläche bzw. -kurve	153
9.1.2. Konstruktion der Isoklinen	155
9.1.2.1. Lineares Modell	156
9.1.2.2. Quadratisches Modell	160
9.2. Geometrische Methode zur Charakterisierung von Lösungskör- pern nach Yamamoto	162
10. Topographische Theorie von Frank	164
10.1. Orthogonale Trajektorien	164
10.2. Zweidimensionale Darstellung des Lösungswiderstand-Diagramms	164
10.2.1. Franksche Lösungstheoreme	164
10.2.2. Konstruktion der Trajektorien.	165
10.2.3. Auflösung polyedrischer Ausgangskörper	168
10.3. Dreidimensionale Darstellung des Lösungsvorganges	169
10.3.1. Auflösung eines polyedrischen Kristalls	169
10.3.2. Betrachtung gekrümmter Oberflächen	171
10.3.2.1. Polyeder-Näherung.	171

11. Molekularkinetische Theorie der Auflösung von Einkristallkugeln nach Lacmann, Franke und Heimann	172
11.1. Die L-Endform besteht aus nur einer Flächenart	172
11.2. Beziehungen zwischen Gleichgewichtsform-Flächen und Lösungs- form-Flächen	174
11.2.1. Modell 1	174
11.2.1.1. G-Form besteht aus nur einer Flächen- und Eckenart	174
11.2.1.2. G-Form besteht aus nur einer Flächenart, aber enthält unterschiedliche Eckenarten	175
11.2.1.3. G-Form besteht aus verschiedenen Flächenarten	177
11.2.1.4. G-Formflächen mit sehr unterschiedlichen Ver- schiebungsgeschwindigkeiten	179
11.2.1.5. Beziehungen zwischen Abstand der Stufen und ihrer Verschiebungsgeschwindigkeit.	179
11.2.2. Modell 2	181
11.3. Der Krümmungsradius der Lösungskörper nimmt zu	182
11.3.1. Modell 3a.	182
11.3.2. Modell 3b.	183
11.3.3. Einfluß der K' - bzw. K'' -Werte auf die L-Form	184
11.3.4. Einfluß der Krümmungsradien auf die L-Form	186
11.4. Experimentelle Beispiele	186
11.4.1. Germanium, Silizium	187
11.4.2. Magnesiumoxid, Spinelle	190
11.4.3. Rutil, Magnesiumfluorid	192
11.4.4. Quarz	194
11.4.5. Korund.	198
Anhang A: Ergebnisse der Einkristallkugel-Auflösung	203
Anhang B: Ätzlösungen für Versetzungsätzung	213
Anhang C: Polierlösungen	221
Verzeichnis der wichtigsten verwendeten Symbole	223
Literaturverzeichnis	226
Namenverzeichnis	254
Sachverzeichnis	263
Substanzverzeichnis	269