

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Symbole .....	5
Zusammenfassung.....	8
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Relaxation von Spannungen in epitaktischen Schichtsystemen.....</b>	<b>16</b>
2.1 Elastische Verzerrung verspannter Schichtsysteme .....	16
2.2 Thermische Spannungen.....	18
2.3 Die Theorie der kritischen Schichtdicke.....	19
2.4 Keimbildung und Ausbreitung von Versetzungen.....	24
2.5 Reibungskräfte und Spröd-Duktil-Übergang in kovalenten Halbleitern.....	27
<b>3. Experimentelle Methoden zur Bestimmung der thermischen Restspannungen .....</b>	<b>32</b>
3.1 Krümmungsmessungen .....	32
3.2 Doppelkristall-Röntgendiffraktometrie .....	33
<b>4. Transmissionselektronenmikroskopie.....</b>	<b>37</b>
4.1 Beugungskontrastanalyse von Kristalldefekten .....	37
4.2 Hochauflösende Transmissionselektronenmikroskopie.....	42
4.3 Analytische Elektronenmikroskopie .....	43
4.4 Probenpräparation .....	44
<b>5. Herstellung und Wärmebehandlungen der GeSi/Si-Heterostrukturen .....</b>	<b>47</b>
5.1 Grundlagen der Flüssigphasen-Heteroepitaxie.....	47
5.2 Flüssigphasenepitaxie von GeSi auf Si (111) .....	48
5.3 Wärmebehandlungen nach dem Wachstum.....	54

<b>6. Experimentelle Ergebnisse</b> .....	<b>55</b>
6.1 Elastische Restverzerrung bei Raumtemperatur.....	55
6.1.1 Bestimmung der Restverzerrung durch Krümmungsmessungen..	55
6.1.2 Quantitative Bestimmung der Restverzerrung durch Röntgendiffraktometrie.....	57
6.2 Plastische Relaxation in dünnen Filmen während des Wachstums ...	61
6.2.1 Versetzungsnetzwerk zum Ausgleich der Gitterfehlpassung beim Wachstum: primäres Netzwerk.....	61
6.2.2 Geometrische Modelle der Versetzungsnetzwerke.....	65
6.3 Plastische Relaxation in einmal abgekühlten dicken Filmen .....	69
6.3.1 TEM-Untersuchungen an Querschnittsproben.....	69
6.3.2 TEM-Untersuchungen an Oberflächenproben .....	75
6.3.3 TEM-Untersuchungen an Grenzflächenproben: sekundäres Versetzungnetzwerk.....	77
6.4 Plastische Relaxation in zyklisch getemperten dicken Filmen.....	84
6.4.1 TEM-Untersuchungen an Querschnittsproben.....	84
6.4.2 TEM-Untersuchungen an Oberflächenproben .....	89
6.4.3 TEM-Untersuchungen an Grenzflächenproben.....	91
6.5 Zusammenstellung der experimentellen Ergebnisse.....	96
<b>7. Interpretation: Plastische Relaxation der thermischen Spannungen.</b>	<b>97</b>
7.1 Teilweise plastische Relaxation der thermischen Spannungen beim Abkühlen .....	97
7.2 Lokal stärkere plastische Relaxation durch Umwandlung des sekundären Versetzungsnetzwerks .....	104
7.3 Verspannung und Relaxation in zyklisch getemperten Proben .....	109
<b>8. Diskussion und Ausblick</b> .....	<b>115</b>
8.1 Diskussion der Ergebnisse und Modellvorstellungen.....	115
8.2 Vergleich mit Ergebnissen aus anderen Materialsystemen.....	117
8.3 Ausblick .....	118
<b>Literatur</b> .....	<b>121</b>