

INHALTSVERZEICHNIS

Verzeichnis der wichtigsten Abkürzungen und Symbole

1.	Einleitung	1
2.	Grundlagen	3
2.1.	Einkristallines Silizium als Werkstoff	3
2.1.1.	Struktur und Anisotropie des Materials	3
2.1.2.	Strukturierung von einkristallinem Silizium durch anisotropes Ätzen	5
2.2.	Elastizitätstheoretische Grundlagen	8
2.2.1	Elastisches Verhalten anisotroper Werkstoffe	8
2.2.2.	Das Spannungsfeld vor Kerben in isotropen Werkstoffen	12
2.2.3.	Das Spannungsfeld vor Kerben in anisotropen Werkstoffen	16
3.	Aufstellen eines Versagenskriteriums und Vorgehen bei der Ermittlung des Versagenskennwertes für jeweils festen Kerbwinkel	23
3.1.	Aufstellung eines Versagenskriteriums	23
3.2.	Vorgehen bei der Ermittlung des Versagenskennwertes	24
3.2.1.	Versuchsproben	24
3.2.2.	Versuchsdurchführung	27
3.2.3.	Rechnerische Vorgehensweise	28
4.	Numerische Ergebnisse	31
4.1.	Grundlegender Zusammenhang zwischen der Kerbtiefe a und dem Kerbspannungsintensitätsfaktor A_1 in Biegeproben	31
4.2.	Rechnerische Ergebnisse für die konkreten Kerbgeometrien	36
4.2.1.	71° Kerbe	38
4.2.2.	90°_{100} Kerbe	39
4.2.3.	90°_{111} Kerbe	41
4.2.4.	109° Kerbe	42
4.2.5.	125° Kerbe	43
4.2.6.	135° Kerbe	45
4.2.7.	145° Kerbe	47
5.	Experimentelle Ergebnisse	49
5.1.	Grundlagen	49
5.1.1.	Grundlagen zur Interpretation von Bruchflächen spröder Werkstoffe	49
5.1.2.	Struktur anisotrop geätzter Kristallflächen in Silizium	52
5.2.	Versuchsergebnisse	55
5.2.1.	71° Kerbe	55
5.2.2.	90°_{100} Kerbe	59

	5.2.3. $90^{\circ}_{\{111\}}$ Kerbe	66
	5.2.4. 109° Kerbe	68
	5.2.5. 125° Kerbe	70
	5.2.6. 135° Kerbe	72
	5.2.7. 145° Kerbe	75
6.	Interpretation der Ergebnisse	77
6.1.	Einige Grundlagen	78
6.1.1.	Welche Kerböffnungen eignen sich für eine vergleichende Interpretation?	78
6.1.2.	Ermittlung der zur Instabilität führenden Spannungskomponente	78
6.1.3.	Atomarer Kraft-Abstands-Verlauf und theoretische Festigkeit von Werkstoffen	80
6.2.	d^* Kriterium	84
6.2.1.	Einfluß der Anisotropie und Vergleich mit den experimentellen Ergebnissen	86
6.3.	Kriterium atomare Kerbausrundung	89
6.3.1.	Orowans Rechnung für einen Riß	89
6.3.2.	Anwendung auf Kerben	91
6.3.3.	Einfluß der Anisotropie und Vergleich mit den experimentellen Ergebnissen	96
6.4.	Ein Kohäsivzonenmodell	97
6.4.1.	Einfluß der Anisotropie	102
7.	Untersuchungen zum Bruchverhalten unter überlagerter Zug- und Scherbeanspruchung	104
7.1.	Der asymmetrische 4-Punkt-Biegeversuch	104
7.2.	Experimentelle Ergebnisse an 71° Kerben	108
7.3.	Interpretation der Versuchsergebnisse	111
8.	Dimensionierung mikromechanischer Bauteile mit dem A_{1C} Konzept	116
8.1.	Dimensionierung eines Beschleunigungssensors	116
8.2.	Zur Anwendbarkeit des A_{1C} Konzeptes bei isotroper Überätzung	118
8.3.	Zur Anwendbarkeit des A_{1C} Konzeptes bei räumlichen Ecken	119
8.3.1.	Die Submodelltechnik	120
8.3.1.	Zwei Beispiele	121
9.	Zusammenfassung	124
	Anhang	128
	Literaturverzeichnis	129