

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	15
Formelzeichen	17
Vorwort	21
1. Einführung und Motivation	23
2. Stand der Technik	27
2.1. Mikromechanische Vibrationssensoren	27
2.2. Teststrukturen zur in-plane Festigkeitsbestimmung	31
2.3. Erläuterung ausgewählter Fertigungsprozesse	32
2.3.1. Generelle Technologievarianten	32
2.3.2. BDRIE - Bond and Deep Reactive Ion Etching	34
2.3.3. Grundlagen des Deep Reactive Ion Etching	36
2.4. Erhöhung der Sensitivität mittels post-prozessualer Spaltreduktion	39
3. Konzeptionierung und Strukturentwurf	45
3.1. Der Mikroschweißprozess	45
3.1.1. Grundlagen	45
3.1.2. Strukturentwurf für den Mikrozugversuch	48
3.1.3. Prozessführung	49
3.2. Mikrozugversuch	53
3.2.1. Konzept	53
3.2.2. Mechanischer Entwurf	55
3.2.3. Elektrische Auslegung	58
3.2.4. Prozessführung	60
3.3. Vibrationssensorik	64
3.3.1. Konzept	64
3.3.2. Strukturauslegung	66
3.4. Simulationsmodelle für die Analyse mittels FEM	69
3.4.1. Modell zur Simulation des elektrischen Widerstands	69
3.4.2. Modell zur Simulation der Kapazitätsfunktion	72

3.4.3. Modell zur Modalanalyse	74
4. Fertigungstechnologie	77
4.1. Experimentelle Methoden	77
4.2. Untersuchung des Mikroschweißprozesses	78
4.3. Technologiekonzept der Sensorfertigung	82
4.3.1. Bodensubstrat	82
4.3.2. Deckelsubstrat	83
4.3.3. Gesamt Ablauf	84
4.4. Waferpräparation	85
4.4.1. Herstellung des Glas-Silizium Verbundwafers	85
4.4.2. DRIE Prozess	89
4.4.3. Elektrodenfixierung mittels Mikroschweißprozess	96
4.4.4. Sensordeckelung und Kontaktmetallisierung	98
5. Charakterisierung	105
5.1. Qualitative Charakterisierung des Mikroschweißprozesses	105
5.2. Mikrozugversuch	111
5.2.1. Versuchsdurchführung	111
5.2.2. Fehlerbetrachtung	113
5.2.3. Resultate des Mikrozugversuchs	114
5.2.4. Konzept zur zerstörungsfreien Bewertung	119
5.2.5. Bewertung der Schweißfestigkeit mittels Droptest	122
5.3. Vibrationssensor	126
5.3.1. Elektrische Charakterisierung auf Waferebene	126
5.3.2. Charakterisierung auf Chipebene	130
6. Zusammenfassung und Ausblick	133
A. Berechnung der Sensorgüte	137
B. Berechnung der Strukturauslenkung	139
C. Messwerte des Mikrozugversuchs	141
Literaturverzeichnis	145
Abbildungsverzeichnis	155
Tabellenverzeichnis	159
Thesen	161

