

Inhaltsverzeichnis

	Formelzeichen, Abkürzungen und Indizes	X
1	Einführung	1
	1.1 Zielsetzung und Aufgabenstellung	3
	1.2 Grundlagen und Stand der Technik	6
	1.2.1 Auswahl geeigneter physikalischer Effekte für den Lageabweichungssensor	7
	1.3 Prinzip des mikromechanischen Beschleunigungs- sensors	9
	1.3.1 Mikromechanisches Sensorelement	9
	1.3.2 Sensorelektronik	12
2	Physikalische Grundlagen des Tunneleffektes	14
	2.1 Kennlinie der Tunnelstrecke	15
	2.1.1 Abhängigkeit des Tunnelstromes von der Tunnelspannung	17
	2.1.2 Abhängigkeit des Tunnelstromes von der Oberflächenaustrittsarbeit	19
	2.1.3 Einfluß der Tunnelstreckengeometrie auf die Kennlinie	22

2.1.4	Langzeitstabilität der Tunnelstrecke	24
2.2	Modell der Kräfte über der Tunnelstrecke	26
2.2.1	Elektrostatische Kräfte über der Tunnelstrecke	27
2.2.2	Van-der-Waals-Kräfte über der Tunnelstrecke	28
2.2.3	Kräfte durch die Oberflächenspannung permanent adsorbierter Flüssigkeitsfilme	30
3	Experimentelle Ergebnisse zum Tunneleffekt	31
3.1	Der Tunnelstrom-Meßplatz	32
3.2	Vergleichende Untersuchung des Übertragungs- verhaltens der Aktuatoren	34
3.2.1	Piezoelektrischer Antrieb	35
3.2.2	Elektrostatischer Antrieb	37
3.2.3	Dynamisches Übertragungsverhalten	38
3.3	Elektronik des Tunnelstrom-Meßplatzes	39
3.4	Meßergebnisse zum Tunneleffekt	43

3.4.1	Eindeutiger Nachweis der Tunnel- kontakte	44
3.4.2	Messung der Empfindlichkeit	47
3.4.3	Rauschverhalten der Tunnelstrecke	48
3.4.4	Messung der parasitären Kräfte einer Gold-Tunnelstrecke	51
4	Aufbau und Dimensionierung der Sensorzelle	54
4.1	Dimensionierung der Federführungen von seismischer Masse und WKP	54
4.2	Aufbau und Dimensionierung des Weg- Regelkreises	59
4.2.1	Gesamt-Federsteifigkeit	59
4.2.2	Dynamisches Übertragungsverhalten	62
4.3	Aufbau und Dimensionierung des Kraft- Regelkreises	64
4.3.1	Statisches Übertragungsverhalten	65
4.3.2	Dynamisches Übertragungsverhalten	66
4.4	Aufbau und Dimensionierung des mechanischen Stoßschutzes	68

5	Grundlagen und Anwendung der Mikrotechnik	71
5.1	Schichtaufbau und Strukturierung	72
5.2	Bauform und Fertigung der Tunnelelektrode	77
5.2.1	Mikromechanische Fertigung der Tunnelelektroden	78
5.3	Anisotropes Ätzen	82
5.4	Aufbau- und Verbindungstechnik	87
5.4.1	Vorrichtung zum Anodic Bonding	89
5.4.2	Parameter für das Anodic Bonding	91
5.5	Parametertoleranzen und Exemplar- streuungen	94
5.5.1	Kompensation der fertigungsbedingten Parametertoleranzen	96
5.6	Aufbau und Dimensionierung der sensornahen Elektronik	96
6	Der Sensor-Meßplatz	100
6.1	Aufbau des Meßplatzes zur Erzeugung statischer Mikrobeschleunigungen	101

6.1.1	Mechanische Konstruktion des Meßplatzes	103
6.1.2	Aufbau der Elektronik und der digitalen Regelung des Meßplatzes	105
6.2	Messung der Meßplatz-Charakteristik	106
6.2.1	Auflösung und Nullpunktstabilität	106
6.2.2	Übertragungsverhalten des Winkelverstellers	107
6.2.3	Temperaturkompensation	108
7	Messungen am Sensorsystem	109
7.1	Statische Kennlinie des Beschleunigungs- sensors	112
7.1.1	Messung der Empfindlichkeit und Auflösung	112
7.1.2	Messung der Nullpunktstabilität und Langzeitdrift	113
7.1.3	Messung der Querempfindlichkeit	117
8	Zusammenfassung und Ausblick	119
9	Literaturverzeichnis	123