

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Übersicht über die verwendeten Größen und Formelzeichen</b> .....	VII
<b>Zusammenfassung</b> .....	1
<b>1 Einleitung</b> .....	3
1.1 Zur Bedeutung der Montage in der Mikrosystemtechnik .....	3
1.2 Ziel der Arbeit.....	5
1.3 Übersicht .....	5
<b>2 Technologie und Montage in der Mikromechanik</b> .....	7
2.1 Typische Technologieschritte .....	7
2.1.1 Silizium-Mikromechanik.....	7
2.1.2 Das LIGA-Verfahren .....	9
2.1.3 Verbindungsverfahren der Mikromechanik.....	10
2.2 Typische Eigenschaften mikromechanischer Komponenten.....	11
2.2.1 Geometrische Besonderheiten .....	11
2.2.2 Oberflächenbeschaffenheit.....	14
2.2.3 Materialien für mikromechanische Bauelemente .....	14
2.2.4 Auswirkungen auf die Montage.....	15
2.3 Montage kleiner Bauelemente .....	16
2.3.1 Hybridmontage.....	17
2.3.2 Halbleitermontage .....	18
2.3.3 Montage von Uhren.....	20
2.3.4 Montage in der Mikromechanik .....	21
2.3.5 Anforderungen an einen Montageplatz für mikromechanische Einzelkomponenten .....	22
<b>3 Greifen als zentrales Handhabungsproblem</b> .....	26
3.1 Anforderungen an einen Greifer für mikromechanische Bauelemente.....	27
3.2 Stand der Greifertechnik.....	28
3.3 Lösungsansätze für das Greifen von kleinen Einzelhalbleitern ....	29
3.3.1 Vorbilder aus dem Bereich der Biologie.....	29
3.3.2 Greifkrafterzeugung in der Technik.....	30
3.4 Entwicklung von Greiferprototypen .....	32
3.4.1 Mechanischer Backengreifer .....	32
3.4.1.1 Form der Greiferbacken und Gestaltung der Greifflächen .....	32
3.4.1.2 Auswahl des Antriebssystems .....	34
3.4.1.3 Dimensionierung der Greifzange.....	36
3.4.1.4 Kraftrückmeldung.....	39
3.4.1.5 Gesamtaufbau des Prototypen.....	42
3.4.2 Stoffschlüssiger Greifer .....	44
3.4.2.1 Adhäsion und Kohäsion .....	45

3.4.2.2	Adhäsivauswahl .....	46
3.4.2.3	Dosierung des Adhäsivs .....	49
3.4.2.4	Lösen der Verbindung .....	51
3.4.2.5	Gesamtaufbau des Greifers .....	52
3.4.2.6	Menge des verwendeten Adhäsivs .....	53
3.4.2.7	Kompatibilität zu Halbleiterfertigungsprozessen .....	54
3.4.3	Vakuumgreifer .....	55
3.4.3.1	Prinzip der entwickelten Vakuumgreifer .....	55
3.4.3.2	Greifflächen .....	56
3.4.3.3	Druck- und Volumenstromverhältnisse am Greifer .....	58
3.4.3.4	Haltekräfte .....	62
3.4.3.5	Druckerzeugung und Druckstelleinrichtung .....	63
3.4.3.6	Messung des Unterdruckes .....	67
3.4.3.7	Entwicklung der Druckregelung mit Hilfe einer elektrisch- pneumatischen Analogie .....	68
3.4.3.8	Varianten des Vakuumgreifers .....	73
3.5	Erfahrungen mit den Greiferprototypen und Vergleich der Einsatzgebiete .....	80
4	<b>Montagegerechtes Konstruieren in der Mikromechanik</b> .....	83
4.1	Überblick über das Regelwerk von Gairola .....	84
4.2	Unterschiede bei Fertigung und Montage von feinwerktechnischen und mikromechanischen Komponenten .....	85
4.3	Überarbeitung und Anpassung der Regeln zum montagegerechten Konstruieren .....	87
4.3.1	Begriffsvereinbarungen .....	88
4.3.2	Die Hauptziele .....	88
4.3.3	Die Einflußgrößen .....	90
4.3.4	Die Maßnahmen .....	92
5	<b>Kritik und Ausblick</b> .....	99
	<b>Anhang: Maßnahmenkatalog</b> .....	101
	Inhaltsverzeichnis des Maßnahmenkataloges: .....	101
	Phase 1: Voraussetzungen für die Montage schaffen .....	102
	Phase 2: Produkt konzipieren, Struktur festlegen .....	104
	Phase 3: Produkt gliedern .....	109
	Phase 4: Bauelemente montagegerecht gestalten .....	113
	Phase 5: Montage planen .....	127
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	130