

# Inhaltsverzeichnis

Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen.....	VIII
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Verhalten mikromechanischer Drucksensoren</b>	<b>4</b>
2.1 Einführende Übersicht .....	4
2.2 Allgemeine Verhaltensbeschreibung von Sensoren .....	5
2.3 Passive Drucksensoren .....	7
2.3.1 Piezoresistive Drucksensoren in Oberflächenmikromechanik .....	7
2.3.2 Kapazitive Drucksensoren in Substrat- und Oberflächen- mikromechanik .....	12
2.4 Aktive Drucksensoren .....	19
<b>3 Nichtlineare Approximationsverfahren zur Reduzierung nichtidealer Sensoreigenschaften</b>	<b>32</b>
3.1 Einführung: Häufige Problemstellungen in der heutigen Sensorsignalverarbeitung.....	32
3.2 Geeignete Approximationsverfahren aus der numerischen Mathematik .....	37
3.2.1 Regressionsverfahren .....	38
3.2.1.1 Fehlerkriterien für Regressionsverfahren.....	38
3.2.1.2 Diskrete Approximation nach der Methode kleinster Fehlerquadrate .....	39

3.2.2	Interpolationsverfahren .....	40
3.2.2.1	Klassische Polynominterpolation .....	41
3.2.2.2	Abschätzungen des Interpolationsfehlers .....	41
3.2.2.3	Stückweise Interpolation mit Polynomen - Spline-Interpolation.....	43
3.3	Hardwarekonzepte für Approximationsverfahren .....	51
3.3.1	Anforderungen an die Hardwarekonzepte .....	51
3.3.2	Herkömmliche Hardwarekonzepte für Implementierung geeigneter Approximationsverfahren .....	52
3.3.3	Modifiziertes Tabellenverfahren unter Verwendung von $\Sigma\Delta$ -Modulatoren.....	58
3.3.4	Gegenüberstellung der vorgestellten Approximationsverfahren .....	75
<b>4</b>	<b>Kennlinienbasierte Sensorsysteme zur Reduzierung nichtidealer Sensoreigenschaften</b>	<b>78</b>
4.1	Einleitung.....	78
4.2	Konzept eines kennlinienbasierten Sensorsystems für die nichtlineare Kompensation von Querempfindlichkeiten.....	79
4.3	Systemkomponenten.....	81
4.3.1	Sensor zur Aufnahme der Störgröße.....	81
4.3.2	$\Sigma\Delta$ -Modulatoren M.ter Ordnung .....	82
4.3.3	Adressgenerierung für Kennlinien-Speicher.....	89
4.3.4	Nichtflüchtige Speicherung in kombinierten RAM/PROM-Zellen.....	92
4.3.5	Digital programmierbare SC-Verstärkerkette .....	96
4.3.6	Interpolationsfilter mit verteilten RC-Elementen.....	99
4.3.7	Reduzierung der Chipfläche bei Systemen mit hohen Genauigkeitsanforderungen.....	104
4.4	Realisierungsbeispiele .....	108
4.5	Erweiterungsfähigkeit des vorliegenden Sensor-Konzepts.....	117
<b>5</b>	<b>Kalibration kennlinienbasierter Sensorsysteme</b>	<b>121</b>
5.1	Automatisierte Kalibration .....	121
5.2	Systemkonzept eines automatisierten Kalibrationsmeßplatzes für Druckmeßumformer.....	121

---

5.3	Ablauf der Kalibrationsprozedur .....	124
5.3.1	Konfiguration der Kalibrierparameter.....	124
5.3.2	Kurzübersicht über kompletten Kalibrationszyklus.....	125
5.3.3	Nullpunkts- und Endwertabgleich.....	126
5.3.4	Korrektur temperaturabhängiger Drifteffekte.....	127
5.3.5	Abschließende Aktionen am Ende der Kalibration.....	134
5.4	Vorstellung von Kalibrationsergebnissen .....	135
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>137</b>
	<b>Anhang</b>	<b>141</b>
	Anhang A Modifizierte MOS1 Level1-Modellgleichungen .....	141
	Anhang B Konvergenzbetrachtungen unterschiedlicher Interpolationsverfahren .....	145
	Anhang C Erläuterung zum $\Sigma\Delta$ -Modulator .....	150
	Anhang D Design einstufiger Operationsverstärker .....	156
	Anhang E Zweistufige Operationsverstärker und ihre Kompensationsmethoden .....	159
	Anhang F Übertragungsfunktion eines SC-Integrators mit korrelierten Doppelabtasten und kapazitiven Rücksetzen .....	165
	Anhang G Offsetkompensierter SC-Komparator .....	169
	Anhang H Übertragungsfunktion eines SC-Verstärkers mit korrelierten Doppelabtasten und kapazitiven Rücksetzen .....	173
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>177</b>