

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichenverzeichnis, Indizes	9
Einführung	11
1. Verfahren der Druckmeßtechnik	16
1.1. Drucksensor mit Hilfsenergie	17
1.1.1. Ausschlagverfahren (direktes Verfahren)	17
1.1.2. Kompensationsverfahren	21
1.2. Drucksensor ohne Hilfsenergie	22
2. Verformungskörper für Drucksensoren	24
2.1. Beschreibung des idealen elastomechanischen Verhaltens isotroper Stoffe	25
2.1.1. Mechanische Spannungen und Dehnungen	25
2.1.2. Spannungs-Dehnungs-Beziehungen	29
2.2. Technische Verformungskörper aus isotropen Werkstoffen für Drucksensoren	30
2.2.1. Lange Rechteckplatte	32
2.2.2. Kreisplatte	34
2.2.3. Kreisringplatte	36
2.2.4. Kreismembran	37
2.2.5. Rohrverformungskörper	38
2.2.6. Wellplatte	39
2.2.7. Wellrohrverformungskörper	41
2.2.8. Bourdon-Feder	43
2.3. Inelastisches Materialverhalten	47
2.3.1. Kriechen und Hysterese	48
2.3.2. Kriechfehler von metallischen Werkstoffen	51
2.3.3. Kriechfehler von nichtmetallischen Werkstoffen	53
2.4. Zusammenstellung und Vergleich unterschiedlicher Werkstoffe für Verformungskörper	54
3. Kenngrößen und Entwurfskriterien für Drucksensoren	57
3.1. Statisches Übertragungsverhalten	58
3.1.1. Quasistatische Übertragungsfunktion, Übertragungsfaktor	58
3.1.2. Linearitäts- und Hysteresefehler	59
3.1.3. Temperatureinflußkoeffizienten	62
3.2. Dynamisches Übertragungsverhalten	63
3.2.1. Dynamische Fehler im Zeit- und Frequenzbereich	63
3.2.2. Frequenzabhängigkeit des Übertragungsfaktors	65
3.2.3. Kriechvorgänge	65

3.3.	Zufällige Fehler	66
3.4.	Gütekriterien des Sensorentwurfs	69
3.5.	Fachbereichsstandard für Halbleitersensoren in der Automatisierungstechnik	70
4.	Entwurf und Technologie integrierter piezoresistiver Drucksensoren	73
4.1.	Funktionsprinzip integrierter piezoresistiver Drucksensoren	74
4.2.	Phänomenologische Beschreibung des piezoresistiven Effekts integrierter Halbleiterwiderstände in monokristallinem Silizium	77
4.2.1.	Piezoresistive Verkopplung in Silizium	77
4.2.2.	Modellannahme des integrierten Halbleiterwiderstands	81
4.3.	Sensorentwurf	84
4.3.1.	Entwurfsgrundlagen	84
4.3.2.	Tabellarische Zusammenstellung wesentlicher Beziehungen des Sensorentwurfs	87
4.3.3.	Auswahl günstiger Widerstandsanordnungen	100
4.3.4.	Empfohlene Entwurfsparameter	111
4.4.	Sensorherstellung	113
4.4.1.	Technologische Stufen der Sensorherstellung	113
4.4.2.	Halbleitertechnologische Schritte im Scheibenverband (Zyklus 1)	115
4.4.3.	Herstellung des druckempfindlichen Sensorelements (Zyklus 2)	121
4.4.4.	Primärelektronik	132
4.4.5.	Empfohlene Verfahren der Sensorherstellung	142
4.5.	Ausführungsbeispiele von Primärsensoren	143
4.5.1.	Präzisionsdrucksensoren für die Automatisierungstechnik	143
4.5.2.	Miniaturdrucksensoren für die Medizintechnik	148
4.5.3.	Einfachdrucksensoren	150
4.6.	Ausblick	154
5.	Weitere bedeutende Wirkprinzipien und Technologien für Drucksensoren	157
5.1.	Piezoelektrische Drucksensoren	157
5.1.1.	Verhalten von Dielektrika im elektrischen Feld.	157
5.1.2.	Piezoelektrischer Effekt	160
5.1.3.	Piezoelektrische Stoffe für Drucksensoren	160
5.1.4.	Wandlerelemente für Quarzdrucksensoren	163
5.1.5.	Praktischer Aufbau von Quarzdrucksensoren	167
5.1.6.	Ladungsverstärker als Auswertelektronik	169
5.1.7.	Meßtechnische Eigenschaften von piezoelektrischen Druckmeßketten	172
5.2.	Kapazitive Drucksensoren	174
5.2.1.	Klassische kapazitive Drucksensoren	177
5.2.1.1.	Aufbau der Wandlerelemente	177
5.2.1.2.	Elektronische Auswerteverfahren	180
5.2.1.3.	Entwurf und Dimensionierung des Wandlerelements	187

5.2.2.	Kapazitive Miniaturdrucksensoren	200
5.2.3.	Meßtechnische Eigenschaften industriell gefertigter kapazitiver Drucksensoren	204
5.3.	Drucksensoren mit Folien-Dehnungsmeßstreifen	204
5.3.1.	Aufbau, Funktion und Eigenschaften von Folien-Dehnungsmeßstreifen auf Verformungskörpern	205
5.3.2.	Aufbau und Dimensionierung von Drucksensoren.	209
5.3.3.	Elektronische Auswerteverfahren	214
5.3.4.	Meßtechnische Eigenschaften industrieller Ausführungen	215
5.4.	Drucksensoren mit Dünnschicht-Dehnungsmeßstreifen aus Metalllegierungen	215
6.	Drucksensoren und zugeordnete Meßaufgaben.	218
6.1.	Drucksensoren für die Automatisierungstechnik mit erweiterter Elektronik und Überlastschutz-Meßumformer	219
6.1.1.	Kennwerte und Konstruktionsprinzipien von Meßumformern	219
6.1.2.	Typische Meßaufgaben, Wartung und Kalibrierung	230
6.1.3.	Meßumformer mit internem Mikrorechner	240
6.2.	Drucksensoren für industrielle Anwendungen und Laboranwendungen mit reduzierter Elektronik und ohne Überlastschutz – Präzisionsdrucksensoren	244
6.2.1.	Kennwerte und Konstruktionsprinzipien von Präzisionsdrucksensoren	244
6.2.2.	Typische Meßaufgaben, Kalibrierung und Wartung	252
6.3.	Drucksensoren in der Medizin	255
6.3.1.	Miniaturdrucksensoren für intrakorporale Druckmessungen	257
6.3.2.	Meßaufgaben, meßtechnische Eigenschaften, Sensorvorbereitung.	260
6.4.	Drucksensoren für Massenbedarfsgüter mit reduzierten Genauigkeitsanforderungen	265
	Literaturverzeichnis	271
	Sachwörterverzeichnis	280