

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Vorwort | 9 |
| 1 Einleitung | 11 |
| 2 Marktdaten | 13 |
| 3 Sensorik-Informationsquellen/-beschaffung | 19 |
| 3.1 Allgemein | 19 |
| 3.2 Literaturhinweise | 19 |
| 3.3 Datenbanken und Recherchendienste | 24 |
| 3.4 Beratungseinrichtungen | 27 |
| 3.5 Förderprogramme | 33 |
| 4 Sensoren/Sensorsysteme – allgemein | 35 |
| 4.1 Definition | 35 |
| 4.2 Meßkette | 38 |
| 4.3 Meßdatenaufbereitung und -verarbeitung | 42 |
| 4.3.1 Allgemein | 42 |
| 4.3.2 Meßdatenerfassung/-speicherung | 44 |
| 4.3.3 Meßdatenerfassung und -verarbeitung mit PCs | 50 |
| 4.3.4 Meßdatenerfassung/-verarbeitung auf einem Chip | 52 |
| 4.4 Umgebungsbedingungen | 60 |
| 4.4.1 Allgemeine Hinweise | 60 |
| 4.4.2 Klimatische Einflüsse | 62 |
| 4.4.3 Einflüsse Schock, Stoß, Vibration | 64 |
| 4.4.4 Einflüsse aus elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Störquellen | 73 |
| 4.5 Gehäusung | 78 |
| 4.6 Optimierungsproblematik | 85 |
| 5 Technologien | 103 |
| 5.1 Technologieübersicht | 103 |
| 5.2 Dickschicht/Hybridtechnik | 109 |
| 5.2.1 Einleitung | 109 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.2.2 | Dickschichttechnik | 110 |
| 5.2.3 | Sensoren in Dickschichttechnik | 115 |
| 5.2.4 | Beispiele von kommerziellen Sensoren in Dickschichttechnik | 124 |
| 5.2.5 | Integrierte Elektronik in Dickschicht-/Hybridtechnik | 132 |
| 5.2.6 | Resümée | 134 |
| 5.3 | Dünnschichttechnik | 134 |
| 5.3.1 | Einleitung | 134 |
| 5.3.2 | Substratmaterial, Reinigungs- und Waschprozesse | 136 |
| 5.3.3 | Beschichtungsverfahren | 137 |
| 5.3.4 | Strukturierung dünner Schichten – Photolithographie | 140 |
| 5.3.5 | Anwendungsbeispiele von Dünnschichtsensoren | 141 |
| 5.4 | Lasertechnik | 142 |
| 5.4.1 | Allgemeines | 142 |
| 5.4.2 | Der Laser | 144 |
| 5.4.3 | Fotodetektoren | 150 |
| 5.4.4 | Schattenverfahren | 152 |
| 5.4.5 | Laufzeit- und Phasenmessung | 154 |
| 5.4.6 | Triangulation | 157 |
| 5.4.7 | Streulicht- und Speckle-Verfahren | 162 |
| 5.4.8 | Interferometrie | 165 |
| 5.4.9 | Doppler-Verfahren | 174 |
| 5.4.10 | Holografie | 176 |
| 6 | Sensoren/Sensorsysteme | 183 |
| 6.1 | Weg, Länge, Geschwindigkeit, Beschleunigung | 183 |
| 6.1.1 | Allgemein | 183 |
| 6.1.2 | Hinweise zur Signalverarbeitungselektronik | 185 |
| 6.1.3 | Weg-/Geschwindigkeits-/Beschleunigungssensoren auf elektrischer/ elektronischer Basis | 187 |
| 6.1.4 | Wegsensoren auf magnetischer Basis | 202 |
| 6.1.5 | Wegsensoren auf Ultraschallsensoren | 205 |
| 6.1.6 | Weg-/Geschwindigkeitssensoren auf optischer Basis | 206 |
| 6.2 | Winkelposition, Drehzahl | 217 |
| 6.2.1 | Allgemeines | 217 |
| 6.2.2 | Vorüberlegungen | 218 |
| 6.2.3 | Drehzahlsensoren auf elektrischer Basis | 222 |
| 6.2.4 | Optische Verfahren zur Drehzahlerkennung | 226 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.2.5 | Magnetische Anordnungen zur Erfassung der Drehzahl | 228 |
| 6.3 | Position, Abstand, Neigung | 242 |
| 6.3.1 | Allgemein | 242 |
| 6.3.2 | Positions-/Abstandssensoren auf elektrischer/elektronischer Basis | 245 |
| 6.3.3 | Positions-/Abstandssensoren auf magnetischer Basis | 255 |
| 6.3.4 | Positions-/Abstandssensoren auf Ultraschallbasis | 275 |
| 6.3.5 | Positions-/ (Weg-)sensoren auf gemischt magnetischer und Ultraschallbasis | 281 |
| 6.3.6 | Positions-/Abstandssensoren auf optischer Basis | 284 |
| 6.3.7 | Sensoren für Neigung | 304 |
| 6.4 | Kraft, Gewicht, Masse, Flächenpressung | 309 |
| 6.4.1 | Allgemein | 309 |
| 6.4.2 | Vorüberlegungen | 315 |
| 6.4.3 | Kraft-/Gewichtskraftsensoren auf elektrischer/elektronischer Basis | 320 |
| 6.4.4 | Kraftsensoren auf magnetischer/magnetoelastischer Basis | 330 |
| 6.4.5 | Kraftsensoren auf optischer Basis | 335 |
| 6.4.6 | Sensoren für die Flächenpressungsmessung | 338 |
| 6.4.7 | Messung der dynamischen Masse-Wirkung (Trägheitsmoment) | 344 |
| 6.5 | Dehnungen, Spannungen, Eigenspannungen | 347 |
| 6.5.1 | Allgemein | 347 |
| 6.5.2 | Vorüberlegungen | 348 |
| 6.5.3 | Dehnungsmessung/-sensoren auf mechanischer Basis | 351 |
| 6.5.4 | Dehnungsmessung/-sensoren auf elektrischer/elektronischer Basis | 353 |
| 6.5.5 | Dehnungs-/Spannungsmessung/-sensoren auf optischer Basis | 381 |
| 6.5.6 | Sensoren/Sensorensysteme zur Deformationsmessung | 405 |
| 6.6 | Drehmoment, Moment | 419 |
| 6.6.1 | Allgemein | 419 |
| 6.6.2 | Vorüberlegungen | 419 |
| 6.6.3 | Drehmomentmessung/-sensoren unter Berücksichtigung der Verdrillung | 427 |
| 6.6.4 | Drehmomentmessung/-sensoren unter Berücksichtigung der Dehnung | 435 |
| 6.6.5 | Drehmomentmessung/-sensoren auf der Basis magnetoelastischer Effekte | 440 |
| 6.6.6 | Momentmessung/-sensoren | 444 |
| 6.7 | Vibration, Schock, Stoß | 446 |
| 6.7.1 | Allgemein | 446 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 6.7.2 | Vorüberlegungen | 446 |
| 6.7.3 | Beschleunigungs-/Verzögerungssensoren auf mechanisch-elektrischer Basis | 451 |
| 6.7.4 | Beschleunigungssensoren auf elektrischer/elektronischer Basis | 453 |
| 6.7.5 | Vibrationssensoren/-sensorsysteme auf optischer Basis | 472 |
| 6.8 | Rauheit, Ebenheit, Welligkeit | 487 |
| 6.8.1 | Allgemein | 487 |
| 6.8.2 | Rauheits-/Welligkeitsmeßsysteme auf elektrisch-mechanischer Basis | 489 |
| 6.8.3 | Optisch abtastende Oberflächenmeßsysteme | 491 |
| 6.9 | Dicke, Größe, Form | 512 |
| 6.9.1 | Allgemein | 512 |
| 6.9.2 | Sensoren/Sensorsysteme auf elektrischer Basis | 513 |
| 6.9.3 | Sensoren/Sensorsysteme auf optischer Basis | 514 |
| 6.9.4 | Sensoren/Sensorsysteme auf Röntgenstrahlen-Basis | 535 |
| 6.10 | Druck, Füllstand | 539 |
| 6.10.1 | Drucksensoren | 539 |
| 6.10.2 | Füllstandssensoren | 595 |
| 6.11 | Durchfluß | 611 |
| 6.11.1 | Allgemein | 611 |
| 6.11.2 | Vorüberlegungen | 613 |
| 6.11.3 | Durchflußsensoren/-sensorsysteme auf elektrischer/elektronischer Basis | 614 |
| 6.11.4 | Durchfluß-/Durchflußgeschwindigkeitssensoren/-systeme auf optischer Basis | 640 |
| 6.12 | Verschleiß, Bruch, Fehlstellen | 646 |
| 6.12.1 | Allgemein | 646 |
| 6.12.2 | Sensoren/Sensorsysteme für Verschleiß | 646 |
| 7 | Ausblick | 655 |
| | Danksagung | 657 |
| | Autoren | 657 |
| 8 | Schrifttum | 659 |
| 9 | Anhang | 681 |
| 10 | Stichwortverzeichnis | 725 |