

Wolfgang Adam · Manfred Busch
Bertram Nickolay

Sensoren für die Produktionstechnik

Mit 181 Abbildungen



Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Notwendigkeit der Sensortechnik.....	1
2	Sensorbegriff und Sensorstruktur.....	7
2.1	Sensor und Sensorsystem	7
2.2	Integrationsstufen	9
2.3	Sensorsignal.....	11
3	Einteilung der Sensoren.....	13
3.1	Gliederungskriterien.....	13
3.2	Physikalische Prinzipien der Meßgrößenerfassung.....	14
3.2.1	Allgemeines.....	14
3.2.2	Beeinflussung des ohmschen Widerstandes	15
3.2.2.1	Mechanische Verstellung (Potentiometer).....	15
3.2.2.2	Mechanische Dehnung (Dehnungsmeßstreifen)	15
3.2.2.3	Änderung der Temperatur (Thermistor)	18
3.2.2.4	Veränderung der Beleuchtungsstärke	20
3.2.2.5	Magnetfeldänderung im Halbleiter (Feldplatte).....	22
3.2.2.6	Magnetfeldänderung im ferromagnetischen Material.....	22
3.2.3	Beeinflussung der Kapazität.....	24
3.2.3.1	Variation des Elektrodenabstandes	24
3.2.3.2	Änderung des Dielektrikums	26
3.2.4	Beeinflussung der Induktivität	27
3.2.4.1	Änderung des magnetischen Widerstandes	27
3.2.4.2	Verstellung der transformatorischen Kopplung	29
3.2.4.3	Zunahme der Wirbelstromverluste	30
3.2.4.4	Permeabilitätsänderung (magnetoelastischer Effekt)	31
3.2.5	Beeinflussung der Resonatorfrequenz.....	32
3.2.5.1	Resonanz des Masse/Feder-Körpers.....	32
3.2.5.2	Verstimmung der Oberflächenwellen-Frequenz	34
3.2.6	Generatorische Prinzipien.....	35
3.2.6.1	Seebeck-Effekt (Thermoelement).....	35
3.2.6.2	Photoeffekt.....	35
3.2.6.3	Piezoelektrischer Effekt.....	36
3.2.6.4	Pyroelektrischer Effekt.....	38
3.2.6.5	Halleffekt	39
3.2.6.6	Wiegand-Effekt	41
3.2.6.7	Induktionsprinzip.....	43
3.3	Verfahren der Meßgrößenerfassung	46

3.3.1	Ultraschall-Verfahren	46
3.3.2	Optische Verfahren	49
3.3.2.1	Einführung	49
3.3.2.2	Einfache Transmissions- und Reflexionsverfahren	50
3.3.2.3	Schattenbild-Verfahren	51
3.3.2.4	Triangulationsverfahren	52
3.3.2.5	Interferometrie	55
3.3.2.6	Faseroptik	56
3.3.2.7	Andere optische Verfahren	59
3.3.3	Sensoren zur Bildaufnahme	61
3.3.3.1	Einteilungskriterien	61
3.3.3.2	Kenngrößen	62
3.3.3.3	Bildaufnehmeröhren	63
3.3.3.4	Integrierte Halbleiter-Bildwandler	66
3.3.4	Fluidischer Sensor	73
3.3.5	Mikrowellen-Sensor	75
3.3.6	Taktile Sensorfelder	76
4	Anwendungsfelder der Sensortechnik	79
4.1	Einführung	79
4.2	Positionsmeßsysteme in NC-Werkzeugmaschinen	80
4.2.1	Einleitung	80
4.2.2	Funktionsprinzipien	82
4.2.2.1	Induktive Positionsmeßsysteme	82
4.2.2.2	Photoelektrische Positionsmeßsysteme	84
4.2.2.3	Interferometrische Meßverfahren	89
4.2.2.4	Magnetische Längenmessung	90
4.2.3	Entwicklungstendenzen	91
4.3	Prozeßüberwachung in der spanenden Fertigung	91
4.3.1	Entwicklung seit den 70er Jahren	91
4.3.2	Erfassung von Kenngrößen in Werkzeugmaschinen	95
4.3.2.1	Direkte Erfassung	95
4.3.2.2	Indirekte Erfassung	99
4.4	Sensoren in der Kunststoffverarbeitung	107
4.4.1	Sensoren in Extrusionsanlagen	107
4.4.1.1	Materialzufuhr	108
4.4.1.2	Extruder	109
4.4.1.3	Weiterverarbeitung	113
4.4.2	Sensoren in Spritzgießanlagen	115
4.4.2.1	Schneckenvorschubantrieb	117
4.4.2.2	Werkzeug mit Schließenrichtung	119
4.4.3	Sensoren in RIM-Verfahren	122
4.4.5	Sensoren in der Kunststoffaufbereitung	123
4.5	Umformen und Zerteilen	125
4.5.1	Induktive Sensoren	126
4.5.2	Sensoren zur Kraft- und Verformungsmessung	128

4.5.3	Körperschallsensoren.....	129
4.5.4	Optische Sensoren.....	130
4.6	Sensoren in der Handhabungstechnik.....	131
4.6.1	Überblick.....	131
4.6.2	Anwesenheitskontrolle, Teile- und Lageerkennung.....	131
4.6.3	Greifkraft- und Greifwegüberwachung.....	133
4.7	Sensoren in der Fügetechnik.....	134
4.7.1	Toleranzausgleich beim Positionieren.....	135
4.7.2	Fügen durch Zusammensetzen.....	136
4.7.3	Fügen durch An- und Einpressen.....	139
4.7.4	Fügen durch Schweißen.....	141
4.7.4.1	Taktile Sensoren.....	142
4.7.4.2	Optische Sensorsysteme.....	144
4.7.4.3	Lichtbogensensor.....	147
4.7.4.4	Induktive Sensoren.....	149
4.7.4.5	Problematik des Sensorvorlaufs.....	151
4.7.4.6	Entwicklungstendenzen der Sensorik beim Bahnschweißen.....	151
4.8	Sensoren in der Materialflußtechnik.....	152
4.8.1	Identifikationssysteme mit optischer Abtastung.....	153
4.8.3	Identifikationssysteme mit induktiver oder elektromagnetischer Abtastung.....	154
5	Visuelle Sensorsysteme.....	159
5.1	Begriffsbestimmung.....	159
5.2	Eigenschaften.....	160
5.3	Stufen der digitalen Bildauswertung.....	160
5.3.1	Überblick.....	160
5.3.2	Bildgewinnung.....	162
5.3.2.1	Kamera.....	162
5.3.2.2	Beleuchtungstechnik.....	162
5.3.3	Bildverbesserung.....	164
5.3.4	Bildsegmentierung.....	164
5.3.5	Merkmalsextraktion.....	165
5.3.6	Klassifikation.....	165
5.4	Aufgaben für visuelle Sensorsysteme in der Produktion.....	166
5.4.1	Strukturierung der Aufgabenfelder.....	166
5.4.2	Objekterkennung.....	167
5.4.2.1	Definitionen.....	167
5.4.2.2	Erkennung aufgrund von Objektmerkmalen.....	168
5.4.2.3	Erkennung durch Codierungen.....	168
5.4.3	Lageerkennung.....	170
5.4.4	Vollständigkeitsprüfung.....	170
5.4.5	Prüfung der Grobgestalt.....	171
5.4.6	Oberflächeninspektion.....	171
5.5	Anwendungsbeispiele.....	174
5.5.1	Objekterkennung.....	174

5.5.1.1	Klassifikation von Kfz-Felgen durch Bewertung von Kontur- und Formmerkmalen.....	174
5.5.1.2	Identifikation von Zeichen auf Kfz-Fensterscheiben.....	177
5.5.2	Lageerkennung von gestapelten Tiefziehteilen.....	179
5.5.3	Prüfung von Druckgußteilen auf Vollständigkeit.....	181
5.5.4	Vermessung von Epoxydharzteilen	182
5.5.5	Oberflächeninspektion	184
5.5.5.1	Prüfen von Kfz-Fensterscheiben auf Kratzer.....	184
5.5.5.2	Inspektion der Innenflächen von Hydraulikzylindern.....	186
6	Kommunikation im Feldebereich.....	189
6.1	Einführung.....	189
6.2	Anforderungen an Feldbussysteme	190
6.2.1	Echtzeitverhalten.....	190
6.2.2	Übertragungssicherheit	191
6.2.3	Zertifizierung.....	191
6.3	Feldbuskonzepte	192
6.3.1	Netzwerktopologie.....	192
6.3.2	Busankopplung.....	193
6.3.3	Buszugriffsverfahren	194
6.3.4	Energieversorgung.....	195
6.4	Offene Feldbussysteme	196
6.4.1	Einleitung.....	196
6.4.2	CAN Bus (Controller Area Network)	196
6.4.3	Aktuator-Sensor-Interface (ASI).....	199
6.4.4	PROFIBUS	201
6.4.5	InterBus-S	207
6.4.6	SERCOS-Interface.....	210
7	Literaturverzeichnis	215
Normen:	225
VDI/VDE-Richtlinien:	225
Sachverzeichnis.....		227