

Dipl.-Ing. Johannes Hankes, Neustadt

Sensoreinsatz in der automatisierten Mikromontage

Reihe **2**: Fertigungstechnik

Nr. **459**

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Stand der Mikromontagetechnik	4
2.1 Definitionen	4
2.1.1 Mikrosystemtechnik	4
2.1.2 Mikromontage	5
2.2 Grundlagen der Mikromontage	6
2.2.1 Zukunftstechnologie Mikrosystemtechnik	6
2.2.2 Notwendigkeit automatisierter Mikromontage	7
2.2.3 Forschungspotentiale	9
2.3 Spezifische Anforderungen bei der Montage von Mikrobauteilen	10
2.3.1 Montagegerechte Konstruktion	10
2.3.2 Genauigkeitsanforderungen	10
2.3.3 Problematik der geringen Bauteilabmessungen	11
2.4 Prinzipieller Aufbau einer Mikromontageanlage	12
2.4.1 Umgebungsbedingungen	12
2.4.2 Handhabungsgeräte	14
2.4.3 Zuführtechnik	18
2.4.4 Verbindungstechnik	19
2.4.5 Beispielhafte Realisierung einer Mikromontageanlage	19
2.5 Greif- und Spanntechnik	21
2.6 Einsatz von Sensorik	22
3 Aufgabenstellung und Zielsetzung	25
4 Anforderungen an den Sensoreinsatz in der automatisierten Mikromontage.	26
4.1 Begriffsdefinition und Genauigkeitsanforderung	26
4.2 Positionsmessung	27
4.3 Kraftmessung	30
4.4 Kalibrierung und Referenzierung	32
4.5 Meßwertverarbeitung	34

5 Möglichkeiten und Grenzen der Sensorik in der Mikromontage	38
5.1 Weg- und Abstandsmessung	38
5.1.1 Lasersysteme	38
5.1.1.1 Triangulation	38
5.1.1.2 Lichtschnittverfahren	42
5.1.1.3 Autofokussensoren	44
5.1.1.4 Interferometrie	45
5.1.2 Induktive Abstandsmessung	48
5.1.3 Kapazitive Abstandsmessung	50
5.2 Lagebestimmung	51
5.2.1 Lagebestimmung durch Abstandsmessung	52
5.2.2 Bildverarbeitung	54
5.2.2.1 Bildaufnahme und -verarbeitung	54
5.2.2.2 Einsatz als Meßsystem	58
5.3 Kraftmessung	60
5.3.1 DMS basierte Meßverfahren	61
5.3.1.1 Widerstands-DMS	61
5.3.1.2 Magnetoelastische Aufnehmer	64
5.3.2 Piezo-Kraftaufnehmer	65
5.3.3 Mehrdimensionale Aufnehmer	68
6 Konzept eines integrierten Positionierverfahrens	70
6.1 Zielsetzung	70
6.1.1 Montageschritte und Meßaufgaben	70
6.1.2 Anforderungen an die Sensorik	74
6.2 Bildverarbeitung als flexibles Meßsystem	77
6.2.1 Standardbildverarbeitung	77
6.2.2 Hochauflösende Bildverarbeitung	79
6.2.3 Transformation in Kamerakoordinaten	79
6.3 Verbessertes Montageergebnis durch Kraftüberwachung	82
6.3.1 Greifkraftüberwachung	82
6.3.2 Fügekraftüberwachung	83
6.3.3 Verbesserung der Positioniergenauigkeit durch Fügekraftüberwachung	84
6.4 Konzeptbeschreibung	86

7 Realisierung und praktische Anwendung des integrierten Positionierverfahrens bei einer Kleinstgetriebemontage	88
7.1 Positionsbestimmung der Achsen	88
7.1.1 Bildverarbeitungssystem	88
7.1.2 Kamerakalibrierung	89
7.1.3 Roboter-zu-Kamera Referenzierung	91
7.1.4 Meßroutinen	93
7.2 Fügekraftmessung	94
7.2.1 Auswahl des Kraftsensors	95
7.2.2 Meßsignalverarbeitung	96
7.2.3 Regelstrategie	98
7.2.3.1 Theoretische Lösungsansätze in der Literatur	98
7.2.3.2 Add-On Force Control und deren Realisierung	99
7.2.3.3 Rotatorischer Ausgleich	102
7.2.3.4 Reglereinstellung	102
7.3 Greifkraftmessung	104
7.4 Montage der Einzelbauteile	107
7.4.1 Planetenradmontage	107
7.4.2 Planetenträgermontage	110
7.4.3 Gehäusemontage	114
7.5 Gesamtmontage des dreistufigen Planetengetriebes	115
7.5.1 Montageablauf und Teachen der Positionen	116
7.5.2 Montageergebnisse	118
8 Bewertung	121
9 Zusammenfassung und Ausblick.	124
10 Anhang	126
10.1 Strukturbilder	126
10.2 Sprungantworten	127
10.3 Struktogramme	128
11 Literaturverzeichnis.	130