

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 8

Mess-, Steuerungs-
und Regelungstechnik

Dipl.-Ing. Frank Depiereux,
Aachen

Nr. 1123

**Faseroptisches
Interferometer mit
miniaturisierter
Messsonde zur hoch-
genauen Prüfung
geometrischer Merkmale**

VDI Verlag

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik	3
2.1	Lichtwellenleiter (LWL)	5
2.1.1	Historie	5
2.1.2	Lichtausbreitung in Lichtwellenleitern	7
2.1.3	Grundtypen von Lichtwellenleitern	9
2.1.3.1	Stufenindexfasern	9
2.1.3.2	Gradientenindexfasern	10
2.2	Einteilung faseroptischer Sensoren	12
2.3	Kommerziell erhältliche faserbasierte Systeme	14
2.3.1	Systeme zur Abstandsmessung	16
2.3.2	Zusammenfassung	21
2.4	Interferometrie	22
2.4.1	Grundlagen der Schwingungs- und Wellentheorie	24
2.4.2	Entstehung von Interferenzen	25
2.4.3	Faseroptische Interferometer	28
2.5	Fazit	30
		V

3 Zielsetzung und Aufgabenstellung	31
3.1 Anforderungsprofil an das Messsystem	31
3.2 Präzisierung der Aufgabenstellung	33
4 Messsystem	36
4.1 Interferenzbildung im faseroptischen Messsystem	38
4.2 Sensoreinheit	39
4.2.1 Lichtquellen	40
4.2.2 Lichtwellenleiter	41
4.2.2.1 Lichtwellenleiter-Koppler	42
4.2.3 Miniaturisierte Messsonde	43
4.2.3.1 Entwicklungsstufen	43
4.2.3.2 Strahlformung des Messstrahls	45
4.2.3.3 Strahlteilung im Sensor	47
4.3 Interferometereinheit	47
4.3.1 Optischer Aufbau des Interferometers	48
4.3.2 Zeilenkamera	50
4.4 Prototyp	50
4.5 Signal- und Datenverarbeitung	52
4.5.1 Auswertestrategie	53
4.5.2 Software	55
4.5.2.1 Bereich 1: Kamera	56
4.5.2.2 Bereich 2: Messung	58
4.6 Zusammenfassung	63

5 Messunsicherheit und Prüfmittelfähigkeit	64
5.1 Untersuchungen zur Messunsicherheit	65
5.1.1 Standardabweichung der Gauss- und Phasenwerte	66
5.1.2 Untersuchungen zur Wiederholpräzision	67
5.1.3 Untersuchungen zum Temperatureinfluss	70
5.1.4 Untersuchungen zur Winkelabhängigkeit	72
5.1.5 Untersuchungen zu Rauheitseinflüssen	72
5.2 Nachweis der Prüfmittelfähigkeit mit Normal	74
6 Anwendungsbeispiele	78
6.1 Beispiel 1: Profilmessung Mikrostufe	78
6.2 Beispiel 2: Flächenmessung Facettenspiegel	80
7 Zusammenfassung und Ausblick	82
Anhang: Datenblätter	84
Literaturverzeichnis	85
Eigene Veröffentlichungen	95