

Dipl.-Ing. Thomas Hofmann, Karlsruhe

Mikrosystem zur Flüssigkeitsanalyse

Dekametrische Bestimmung von binären Alkohol/Benzin-Gemischen

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-
und Regelungstechnik

Nr. **598**

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis verwendeter Symbole und Abkürzungen	VII
1. Einleitung.....	1
1.1 Anwendungen	2
1.2 Der Anwendungsfall des Flexible-Fuel-Vehicle.....	4
1.3 Aufbau des Sensorsystems.....	5
2. Dekametrie.....	7
3. Alternative Meßprinzipien	9
3.1 Konduktometrie	9
3.2 Mikrowellen basierte Verfahren	10
3.3 Optische Systeme	11
3.4 Massensensitive Verfahren	12
3.5 Feldeffekttransistoren.....	13
4. Theorie der Flüssigkeitsmeßzelle.....	14
4.1 Dielektrische Eigenschaften von Flüssigkeiten	15
4.1.1 Polarisationsmechanismen	15
4.1.2 Dielektrische Relaxation	19
4.1.3 Elektrodenpolarisation	20
4.1.4 Frequenzverhalten der Dielektrizitätszahl.....	24
4.1.5 Temperaturabhängigkeit	25
4.1.6 Dielektrizitätszahl von binären Gemischen	26
4.2 Leitfähigkeit von Flüssigkeiten.....	27
4.3 Einfluß der elektrischen Feldstärke.....	28
4.4 Fazit.....	28
5. Flüssigkeitsmeßzellen.....	29
5.1 Interdigitalstrukturen.....	29
5.2 Technologie.....	31
5.2.1 Prozeßablauf.....	32
5.2.2 Aufbau- und Verbindungstechnik.....	36
6. Berechnungsverfahren.....	42
6.1 Analytische Berechnungen.....	42
6.2 FEM-Simulation	48
6.3 Aussagekraft der Berechnungsverfahren	53

7. Designvariationen und Charakterisierung der IDS.....	57
7.1 Elektrodenabstand.....	62
7.2 Verhältnis von Elektrodenmittenabstand zu Elektrodenabstand.....	63
7.3 Auflagelänge der Elektroden.....	64
7.4 Breite des Siliziumsteges	65
7.5 Fazit.....	66
8. Messungen und Diskussion	67
8.1 LCZ-Meter	67
8.2 Erstellung der Gemische	67
8.3 Messungen von Ethanol/Benzin-Gemischen	68
8.4 Messungen mit verschiedenen IDS-Typen	69
8.5 Messungen mit variabler Frequenz	71
8.6 Untersuchung der Elektrodenpolarisation.....	78
8.6.1 Abhängigkeit von der Meßzellengeometrie.....	78
8.6.2 Temperaturabhängigkeit	80
8.6.3 Messungen in bewegter Flüssigkeit	83
8.6.4 Fazit.....	83
8.7 Einfluß der Meßspannung.....	84
8.8 Fazit.....	85
9. Signalverarbeitung.....	87
9.1 Diskrete Signalverarbeitung.....	87
9.1.1 Messungen von Gemischen	89
9.1.2 Temperatureinfluß.....	90
9.1.3 Querempfindlichkeit	91
9.1.4 Fazit.....	92
9.2 Integrierte Signalverarbeitung.....	93
9.2.1 Sprungantwort.....	93
9.2.2 Abtasten der Systemantwort	94
9.2.3 Messungen	96
10. Zusammenfassung.....	100
11. Ausblick	103
12. Anhang.....	105
12.1 Datei für die FEM-Simulation mit ANSYS.....	105
12.2 Herstellernachweis	107
Literaturverzeichnis.....	108