

## 4.6. Test von Mikrosystemen

Im Kapitel 4 sind bis hierher für alle in der Standardtechnologie vorkommenden Tests entsprechende Lösungen für das Mikrosystem geschaffen worden. Die Abstimmung der Prüfschärfe der einzelnen Tests aufeinander, die Bestimmung der Testinhalte und der Bewertungskriterien bleibt wegen der dafür notwendigen statistisch signifikanten Stückzahlen der Fertigung großer Stückzahlen vorbehalten.

Versucht man an dieser Stelle die Frage nach Methoden zum Test von Mikrosystemen allgemein zu beantworten, so wird aus den Ergebnissen dieser Arbeit deutlich, daß deren Entwicklung für jedes neue Mikrosystem ausgehend von der Analyse und Modellierung der jeweiligen spezifischen Wirkungsweise neu erfolgen muß. Trotzdem lassen sich aus meinen Erfahrungen innerhalb des Projektes ferromagnetische Bauelemente und anderen Projekten am IMS und entsprechenden Berichten aus der Fachliteratur einige grundsätzliche Strategien für die Entwicklung von Prüftechnik für Mikrosysteme ableiten:

- Für die Analyse empfiehlt sich die Zerlegung des Mikrosystems in überschaubare Blöcke, deren Wirkungsweise detailliert analysiert wird.
- Zur Unterstützung numerischer Simulationen sind analytische Rechnungen sinnvoll, da getroffene Annahmen von vergleichbaren makroskopischen Systemen wegen der aus der Dünnschichttechnik resultierenden extremen Aspektverhältnisse teilweise nicht übertragen werden können. Analytische Ergebnisse können ebenfalls die Diskretisierung für numerischen Rechnungen unterstützen und absichern.
- Vorteil von Mikrosystemen ist die Vereinigung von Sensor/Aktor und Signalverarbeitung auf einem Chip. Zur theoretischen Analyse derartiger Systeme ist oft die Kopplung von numerischen Simulationen mit digitaler Signalverarbeitung hilfreich.
- Grundlage der Meßtechnik ist die Betrachtung von Energieänderungen im Meßsystem. Mikrosysteme sind volumenmäßig klein, so daß die aus einer Meßgrößenänderung bei gegebener Energiedichte folgende Energieänderung ebenfalls klein ist. Folge sind verstärkte Querempfindlichkeiten, Drifterscheinungen und Rauschen. Diesen Negativeffekten kann durch die Anwendung von Modulationsverfahren und integrierter Signalverarbeitung entgegengewirkt werden.
- Die Technologieentwicklung bedient sich oft sogenannter short loops, d.h. Lose werden nur mit der Sondertechnologie prozessiert. Zur Charakterisierung der dabei gefertigten Sensorelemente ohne Signalverarbeitung hat sich zur Nachbildung der Signalverarbeitung die Verwendung von Lock-in Techniken gegenüber Verfahren wie z.B. FFT-Analyse bewährt. Diese Verfahren sind im weiteren oft als Ausgangspunkt für eine Parametermeßtechnik geeignet.

- Testverfahren und eine Parametermeßtechnik auf Waferebene sind nicht nur zur Kontrolle der Volumenfertigung sinnvoll, sondern können auch die Lernzyklen während der Entwicklungsphase erheblich verkürzen.

Wie schon angedeutet, muß letztendlich von den am vorliegenden Mikrosystem benutzten physikalischen Effekten ausgegangen werden. Die genannten, recht allgemeinen Punkte können aber zur Abschätzung des Aufwandes und zur Planung der Prüftechnikentwicklung für künftige Projekte der Mikrosystemtechnik hilfreich sein.