

1 *Sensorfilter-Stack aus Filtermembran und Interdigitalelektroden*

2 *Folien-Interdigitalelektroden, die dem Filter von oben und unten aufliegen (Ausschnitt)*

## SENSORFILTER

### Einleitung

Ein neuartiger, an der Fraunhofer-Einrichtung für Modulare Festkörper-Technologien EMFT entwickelter Mikro-Filterstapel detektiert selbstständig seinen aktuellen Beladungszustand und ermöglicht erstmals eine automatisierte Filter-, Proben- und Prozessüberwachung.

An den bisherigen Mikro-Filtern, die in technischen Anlagen zum Einsatz kommen, können weder der Belegungs- noch der Verstopfungsgrad der jeweiligen Filtermembran einfach detektiert werden.

Erst weitgehend verstopfte Filter können über einen, in der Anlagen entstehenden Druckabfall erkannt werden. Für viele Anwendungen wäre es jedoch wünschenswert, dass bereits der Beladungsvorgang eines Mikrofilters überwacht und die Ergebnisse „online“ erfasst werden können. Dadurch kann einer Verstopfung vorge-

beugt oder der Zustand des Filters überprüft werden. Zudem erlaubt die Integration eines Sensors die Charakterisierung des Beladungsvorganges und somit eine Kontrolle des Prozessablaufs.

### Verfahren

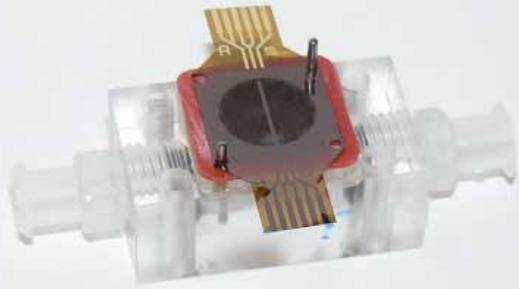
Eine Überwachung von Beladungsvorgängen wird durch den Sensorfilter erreicht, in dem Sensorik und Filtertechnik in einem Folien-schichtsystem (Folien-MEMS) kombiniert wird. Dieser Sensorfilter besteht aus zwei Sensorfolien mit kapazitiven Elektrodenstrukturen (Interdigitalkondensatoren) und einer dazwischen platzierten, auf die Anwendung abgestimmten, Filtermembran (Sensorfilter-Stapel siehe Abb. 1). Damit das Medium ungehindert durch den Sensorfilter-Stapel strömen kann, werden die Sensorfolien, welche die Elektroden tragen, perforiert (Abb. 2). Die Lochgeometrie ist dabei an die Abstände der Elektrodenfinger angepasst. Im Betrieb ändern vom Filter zurückgehal-

### Fraunhofer-Einrichtung für Modulare Festkörper-Technologien EMFT

Hansastraße 27 d  
80686 München  
Telefon: +49 89 54759-0  
Fax: +49 89 54759-550

Projektleiter:  
Dr. Martin Alberti  
Martin.Alberti@emft.fraunhofer.de

[www.emft.fraunhofer.de](http://www.emft.fraunhofer.de)



3

tene Zellen oder Partikel die (di-) elektrischen Eigenschaften des durchströmenden Mediums auf der angeströmten Seite des Filters und erlauben so die kapazitive Messung des Beladungsgrades. Aus der Messung der zeitlichen Änderung der Filterbeladung kann auf die Partikel- oder Zelldichte im Medium rückgeschlossen werden. Die Elektroden auf der Rückseite des Mikrofilters erlauben eine Kompensation von Änderungen der elektrischen Eigenschaften des Mediums während des Filtrervorgangs (z. B. Änderung der Leitfähigkeit oder der Temperatur). Damit kann die Messmethode selektiv die gefilterten Inhaltsstoffe des Mediums erfassen. Zur Charakterisierung der Filterstapel wurde an der Fraunhofer EMFT eine spezialisierte Mikromesskammer konstruiert (Abb. 3). Mit diesem Aufbau konnte an einem Kernspurfilter (Porengröße 0,4 µm) sowohl die Belegung mit Polystyrol-Beads (10 µm Ø bzw. 1 µm Ø) wie auch mit Hefezellen kapazitiv überwacht werden.

### Einsatzbereiche und Vorteile

Der Sensorfilter lässt sich in technische Anlagen und mikrofluidische Systeme zur Onlinemessung integrieren und bietet vielfältige Nutzungsmöglichkeiten: Überwachung der Belegung und des Zustands des Mikro-Filters, Sammeln und Aufkonzentrieren von Inhaltsstoffen in Sensorfilter-Modulen und deren anschließende weitere Analyse. Durch diesen Zusatznutzen erschließen sich

breite Anwendungsmöglichkeiten in den Bereichen Life Sciences / Zellkultur, Prozesskontrolle oder Produktionsüberwachung beispielsweise bei der Fermentation und Lebensmitteltechnologie. Schließlich ist auch eine Anwendung bei der Filtration von Gasen vorstellbar.

### Ausblick

Gemeinsam mit industriellen Partnern entwickelt die Fraunhofer EMFT individuelle Lösungen für einzelne Applikationen. Dabei wird der Sensorfilter den jeweiligen Anforderungen und Bedürfnissen der Anwendung angepasst und entsprechend optimiert. Der Aufbau des Sensorfilters kann durch monolithische Herstellung (Integration der Elektroden direkt auf der Filtermembran) im Fraunhofer EMFT Technikum vereinfacht werden, so dass eine kostengünstige Realisierung und Herstellung kundenspezifischer Sensorfilter möglich wird. Als Ergänzung zur Entwicklung von Sensorfiltern bietet die Fraunhofer EMFT auch kundenspezifische Messkammern zum Einbau des Sensorfilters an.

### Technologie Sensorfilter: Fine-Pitch Dünnschichttechnik auf Folie

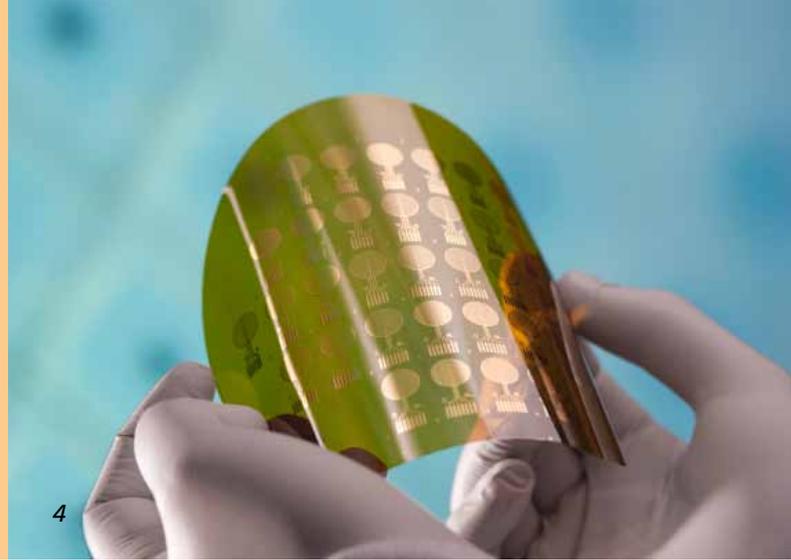
- Foliensubstrat: Typisch Polyimid, 50 µm Dicke (möglich andere Dicken, PET, ...)
- Metallisierung: Au, Cu, u.a. Sputtern, Schichtdicke z.B. 100 nm
- Strukturierung: Photolithografie

40 µm line/space, möglich bis min. 8 µm line/space)

- Passivierung: Typisch Parylen (1 µm), auch Polyimid möglich
- Perforierung: Laser (typisch 25 \* 125 µm, möglich bis 20 µm Ø)

### Anmerkung

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ 16SV5019, Projektträger VDI/VDE IT, Berlin) geförderten Projekts wurde die grundlegende Funktionalität des Sensor-Filters gezeigt.



4

3 Mikromesskammer

4 Sensorfolie mit Elektroden