

- 1 Substratevaluierung im Reinraum
- 2 Kontaktpad mit Messnadeln kontaktiert
- 3 Siebgedruckte Elektrodenstrukturen auf Glas

## HERSTELLUNG, STRUKTURIERUNG UND EVALUIERUNG VON ELEKTRODEN

### Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP

Winterbergstr. 28  
01277 Dresden

Ansprechpartner

Ines Schedwill  
Telefon +49 351 8823-238  
ines.schedwill@fep.fraunhofer.de

Dr. Christian May  
Telefon +49 351 8823-309  
christian.may@fep.fraunhofer.de

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

### Exposé

Für elektronische Bauelemente sind die Elektroden von entscheidender Bedeutung. Am Fraunhofer FEP wurde dafür die Möglichkeit zur anwendungsbezogenen Elektrodenentwicklung und -vergleich

geschaffen. Dies beinhaltet neben der Charakterisierung von Elektroden auch deren Abscheidung, Strukturierung und Evaluation in Bauelementen wie OLED, OPV, OPD und OFET.

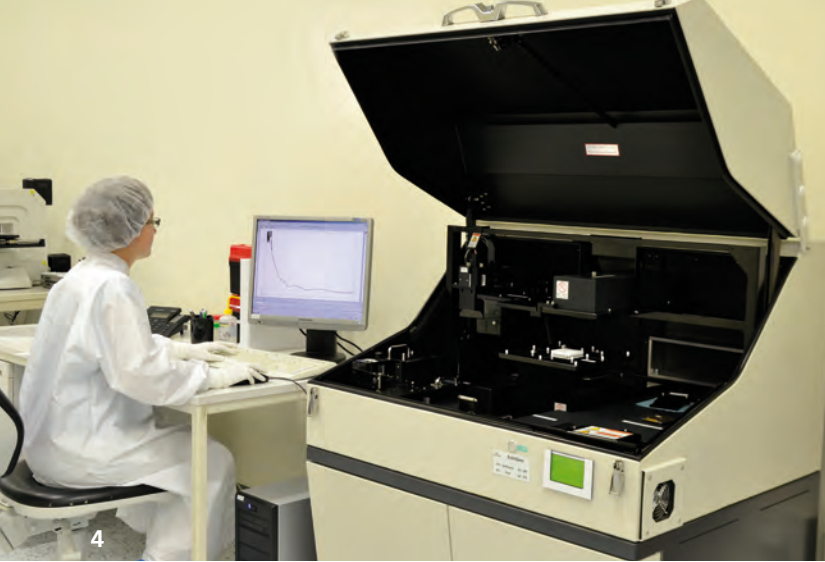
### Abscheidung von Elektroden

Je nach Anwendung, Substrat und Elektrodenmaterial spielt die Herstellungstechnologie eine entscheidende Rolle. Aus diesem Grund können am Fraunhofer FEP zahlreiche Prozesse und Techniken nahezu beliebig miteinander kombiniert werden. Im Reinraum stehen unterschiedliche Druck-/Nass- und Vakuumprozesse zur Verfügung. Vielfach kann ohne Vakuumbruch oder unter Stickstoffatmosphäre gearbeitet werden, was auch die Verarbeitung sehr empfindlicher Materialien ermöglicht.

Neben Einzelsubstratprozessen werden vielfach auch Rolle-zu-Rolle-Prozesse verwendet bzw. entwickelt.

Zur Abscheidung von Elektroden stehen folgende Techniken in zur Verfügung:

- Vakuum Verdampfung/PVD
- Sputtern
- E-Beam
- Slot-Die
- Spin-coating
- Siebdruck



4

Die einzelnen Verfahren können vielfach miteinander kombiniert, aber auch weitere Materialien, z. B. elektrische Passivierungen oder funktionale Schichten, abgeschieden werden.

Zur Vor- und Nachbehandlung stehen weitere Prozessschritte zur Verfügung:

- Ausheizen
- Plasmabehandlung
- Tempern
- Substratreinigung
- Entwicklung von Reinigungsprozeduren

#### Substratauswahl

Je nach Elektrodenmaterial, Prozessierung und Anforderungen können unterschiedliche Substrattypen verwendet werden. Neben Gläsern sind bereits Polymer- oder Metallfolien und sogar Papier erfolgreich prozessiert worden.

#### Elektrodenmaterialien

In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche kommerzielle, aber auch in der Entwicklung befindliche Elektrodenmaterialien untersucht. Mit folgenden Materialien wurde bereits gearbeitet:

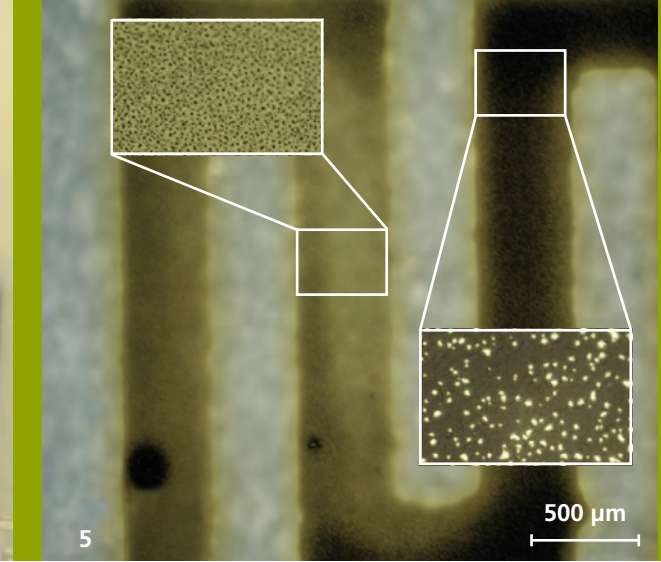
- Indium Zinn Oxid (ITO)
- Aluminium Zink Oxid (AZO)
- Carbon nanotubes (CNT)
- Silbernanodrähte (AgNW)
- Silber (Ag)
- Aluminium (Al)
- Calcium (Ca)
- PEDOT:PSS

#### Charakterisierung von Elektroden

Elektroden sollen vor allem den Strom leiten, müssen aber auch zahlreiche weitere Anforderungen erfüllen. Fraunhofer FEP bietet umfassende Charakterisierungsmethoden für Elektroden an:

- (Schicht-) Leitfähigkeitsmessungen
- Oberflächenrauhigkeit
- Defektdichtemessung mit unterschiedlichen Methoden
- Haftung/Benetzung am Substrat
- Mechanische Eigenschaften/Biegbarkeit
- Optische Eigenschaften, wie:
  - Transparenz der Elektrode
  - Reflektivität
  - Optische Konstanten

Neben der Messung der Parameter spielen die Einflüsse von Prozessen vor, während und nach der Bauelementherstellung eine wesentliche Rolle. Veränderungen der Oberflächenspannung, Alterung durch UV-Licht, Feuchtigkeit sowie Rissbildung durch Biegung können die Leistungsfähigkeit der Elektroden und ihrer resultierenden Bauelemente beeinträchtigen oder zu deren Ausfall führen. Am Fraunhofer FEP können Schäden untersucht, identifiziert und Vermeidungsstrategien entwickelt werden.



5

#### Elektrodenstrukturierung

Abhängig von Anwendung und Substratanforderungen können die Elektroden unterschiedlich strukturiert werden, z. B. durch:

- In-situ durch Schattenmasken während der Vakuumabscheidung
- Über diverse Druckprozesse
- Laserstrukturierung
- Nass- oder Trockenätzen
- Lithographie/Lift-off

#### Elektrodenvergleich am Bauelement

Wichtig für den Hersteller neuer Elektroden oder Elektrodenmaterialien ist ein Vergleich mit anderen Produkten und Technologien. Fraunhofer FEP bietet vergleichende Untersuchungen von Messparametern bis hin zur Integration in OLED oder organischen Solarzellen an.

Als unabhängige Forschungseinrichtung können die Ergebnisse vom Auftraggeber frei verwendet und resultierende Bauelemente als Anschauungsobjekte genutzt werden.

- 4 *Evaluierung der optischen Eigenschaften über UV/Vis-Spektroskopie*
- 5 *Mikroskopaufnahme mit einer mäanderförmigen Teststruktur in ITO*



Wir setzen auf Qualität  
und die ISO 9001.