

**OST**

Ostschweizer  
Fachhochschule

# **MEMS-Packaging**

**Polymere als flexible Helfer**

**OST Coffee Lectures**

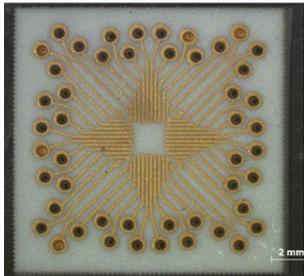
Dietmar Bertsch, Tobias Lamprecht, Arno Maurer

© OST-IMP  
dietmar.bertsch@ost.ch

Systemtechnik | IMP Institut für Mikrotechnik und Photonik

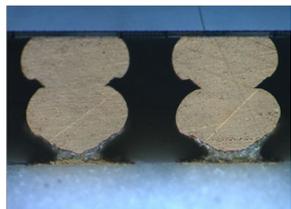
## Motivation

- Polymer als.....



elektrisches Substrat

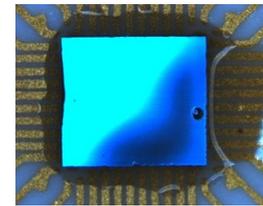
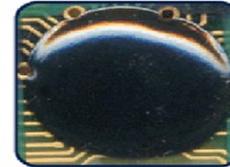
... Träger, Substrate:  
- Flexibel oder starr



Leitkleber an Gold-Bump

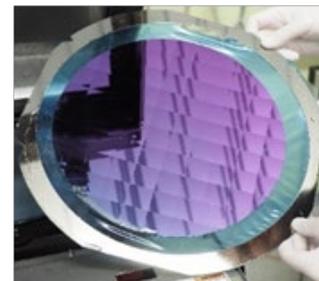
... funktionales Element  
- mechanisch, elektrisch  
- thermisch etc.

- Polymer für.....



Glob Top / Underfill

Stabilität, Schutz  
- Underfill  
- Vergussmasse



Wafer auf dicing tape

Handling u. Prozessunterstützung  
- Trägerfolien (temporär)  
- Oberflächenschutz

# Polymere als Alleskönner und Verwandlungskünstler ?

### Klebstoffe

- Fixieren und Verbinden

### Vergussmassen, Moldmassen, Coatings

- Füllen, Formen, Beschichten, Umhüllen

### Funktionale Polymere, Klebstoffe und Komposite

- können mehr als nur Halten und Kleben
- z.B. elektrischen Strom, Wärme oder Feuchte leiten

### Thermische Interfacematerialien

- Entwärmung aktiver Bauteile



Wenger giant knife. © <https://www.sakwiki.com>

### Mechanische Eigenschaften

- Härte (z.B. Shore-Härte)
- E-Modul und Zugfestigkeit
- Bruchdehnung

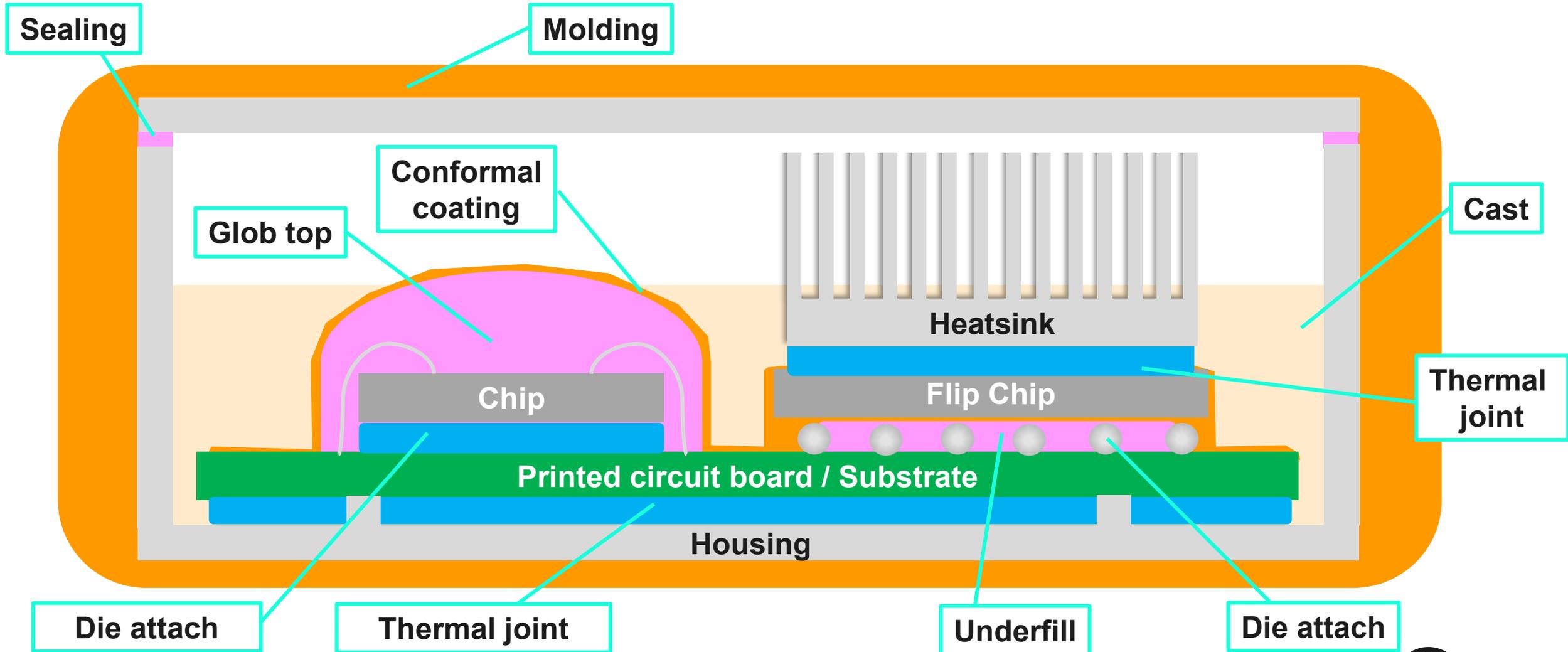
### Thermische Eigenschaften

- Schmelzpunkt  $T_m$
- Glastemperatur  $T_g$
- Wärmeausdehnungskoeffizient (CTE)

### Elektrische Eigenschaften

- spezifischer Widerstand
- Dielektrizitätskonstante

# Einsatz von Polymeren im Halbleiter-Packaging



# Polymere im MEMS-Packaging: Chancen und Vorteile

- Polymere sind kostengünstig: wichtig für hohe Stückzahlen
- niedrige Prozesstemperaturen = schonend für MEMS-Bauteile
- Eigenschaften in weiten Bereichen einstellbar durch Funktionalisierung (thermisch, elektrisch, CTE, ...)
- elastische Polymere ermöglichen auch flexible Elemente und Strukturen
- selektiv dosierbar, strukturierbar
- bei Bedarf wieder entfernbar z.B. Opferschichten
- gute dielektrische Eigenschaften, wenig Störungen (z.B. RF-MEMS)
- biokompatibel (für Bio-MEMS)



# Polymere im MEMS-Packaging: Herausforderungen

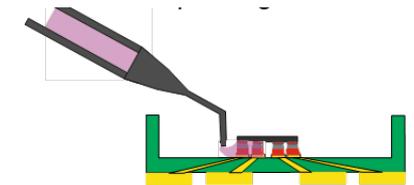
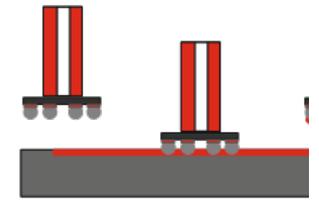
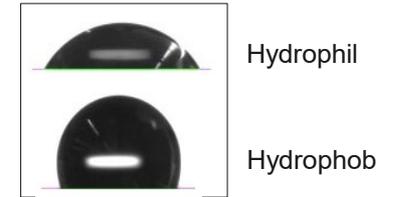
- Polymere bieten keine hermetische Versiegelung
  - beschränkter Diffusionsschutz insb. je kleiner die Dimensionen
- Interaktionen mit der Aussenwelt (optisch, thermisch, chemisch etc.) muss gewährleistet sein
  - offenes MEMS-Design oder
  - optisch/thermisch etc. “durchlässige” = funktionale Polymere erforderlich
- MEMS/Polymer evtl. mechanische Spannungen (Ardebili/Pecht, 2009)
- Mechanisch weniger widerstandsfähig als z.B. Metalle (Verformung, Verzug etc.)
- Hohe CTE kritisch für gewisse Anwendungen
- Langzeitbeständigkeit
- Ausgasung muss definiert/kontrolliert sein



# Polymere im Packaging

## Was oft “verdrängt / vergessen” wird, man will ja nur “kleben”...

- Vorbehandeln der Oberflächen (reinigen, maskieren, primern, ...)
- Vorbereiten der Klebstoffe (schmelzen, mischen, auftauen, abfüllen, ...)
- Halten und Positionieren der Klebeteile
- Applizieren des Klebstoffes (dispensieren, drucken, preform, laminieren, ...)
- Halten in Klebeposition
- Aushärten der Teile (reaktiv, thermisch, lösemittelbasiert, UV, abkühlen)
- Manchmal mehrere Durchläufe



# Ausblick und zukünftige Entwicklungen

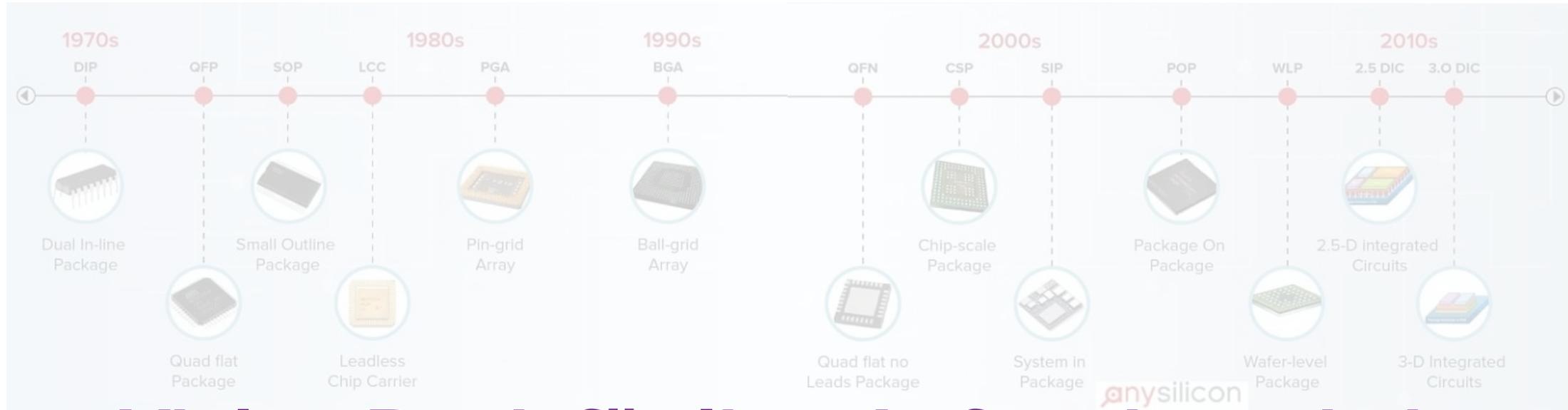
Polymere sind und bleiben zunehmend wichtig im MEMS Packaging

- Kostengünstig adaptierbar (überwiegender Anteil aller MEMS-Packages sind Polymer basiert)
- Performance wird weiter entwickelt werden  
(Verarbeitung, Härtung, Haftung, Beständigkeit, Minimalste Verunreinigungen etc.)
- Neue bzw. weiterentwickelte Applikationsmethoden
  - z.B. Laserschweißen, Ultraschallbonden, ultraschallunterstützter Pulverspritzguss
  - lokales resistives Heizen, laserablatives Strukturieren, Nano-3D-Druck etc.
- Verbesserung der Barriere-Eigenschaften von Polymer
- «...in fact, we expect to see more and more MEMS devices to be fabricated using polymer materials» (Lu/Wong, 2017, p. 716)

# Zusammenfassung

- Polymere können sehr viel Packagingaufgaben abdecken (verbinden, el. leiten, entwärmen, isolieren, abdichten, usw...)
- Höhere Integrationsdichten bedeuten die 3 Dimension mit zu nutzen → High Performance Polymere
- Der Einsatz von High Performance Polymeren benötigt ein Design bzw. eine «Einsatzplanung» früh in der Entwicklung des Produktes / Prozesses.
- Am Ende entscheiden die Werkstoffkombinationen und Umweltbedingungen.

**Es ist nie zu früh über die nötigen Verbindungen,  
Prozesse und Materialien nachzudenken**



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

