



Tehnologije mikrosistema

Prof. dr Biljana Pešić

Doc. Dr Vesna Paunović



Površinsko mikromašinstvo

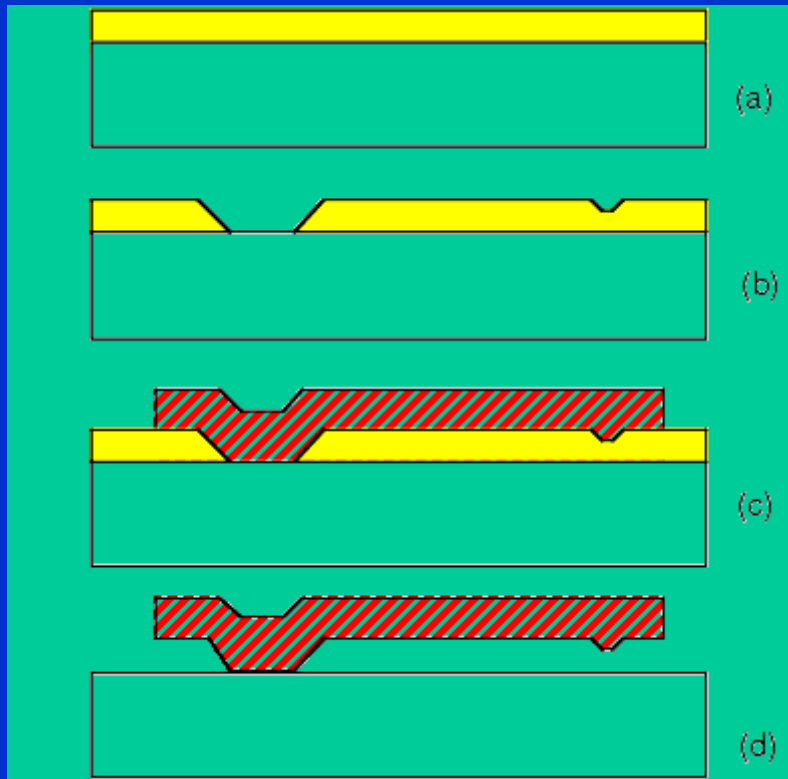
Procesiranje na površini supstrata (silicijuma) kojim se formiraju slojevi tankih filmova:

- **Strukturni slojevi** (polisilicijum, silicijum nitrid i aluminijum)
- **Pomoćni slojevi** (oksidi)





Proizvodni koraci



- (a) Depozicija pomoćnog sloja (sacrificial or spacer layer)
- (b) Fotolitografija i nagrivanje pomoćnog sloja
- (c) Depozicija, fotolitografija i nagrivanje strukturnog sloja
- (d) Nagrivanje pomoćnog sloja i dobijanje samodržće (slobodne) strukture



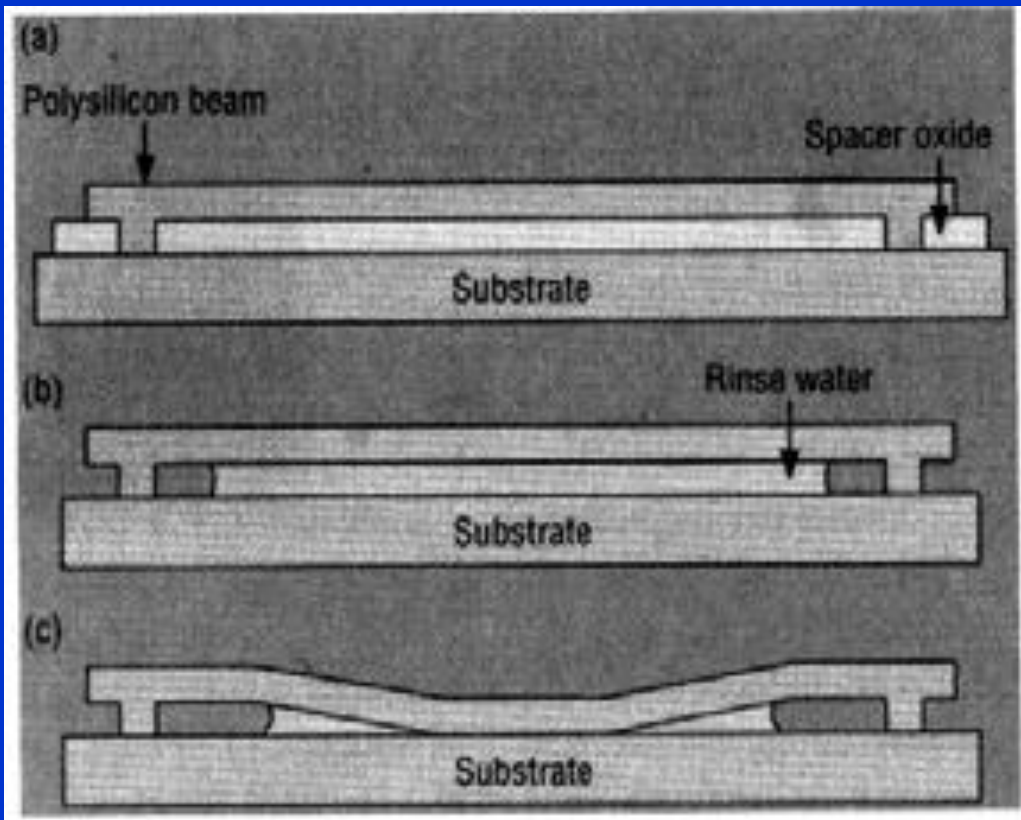
Prednosti površinskog mikromašinstva

- Kompatibilnost sa CMOS tehnologijom
- Procesiranje jedne strane pločice
- Male dimenzije komponenata
- Efektna cena



Nedostaci površinskog mikromašinstva

Lepljenje samodržećih struktura za supstrat ili strukturni sloj

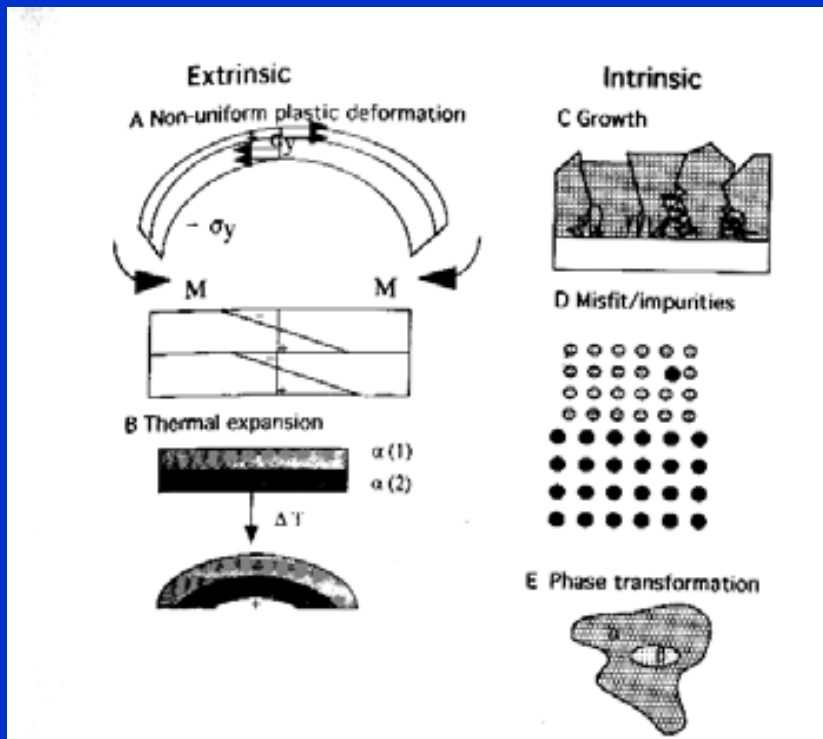


- Nagrizanje pomoćnog sloja je obično u rastvoru
- Zaostala voda za ispiranje
- Površinski napon vuče strukturu naniže



Nedostaci površinskog mikromašinstva

Naprezanje samodržaćih struktura



U tankim filmovima postoji naprezanje na sabijanje (compressive stress) i istežanje (tensile stress)

Uzroci:

- **Spoljašnji** (primenjeno naprezanje, termičko širenje, plastična deformacija)
- **Unutrašnji** (rast, nekompatibilnost rešetki, fazna transformacija)

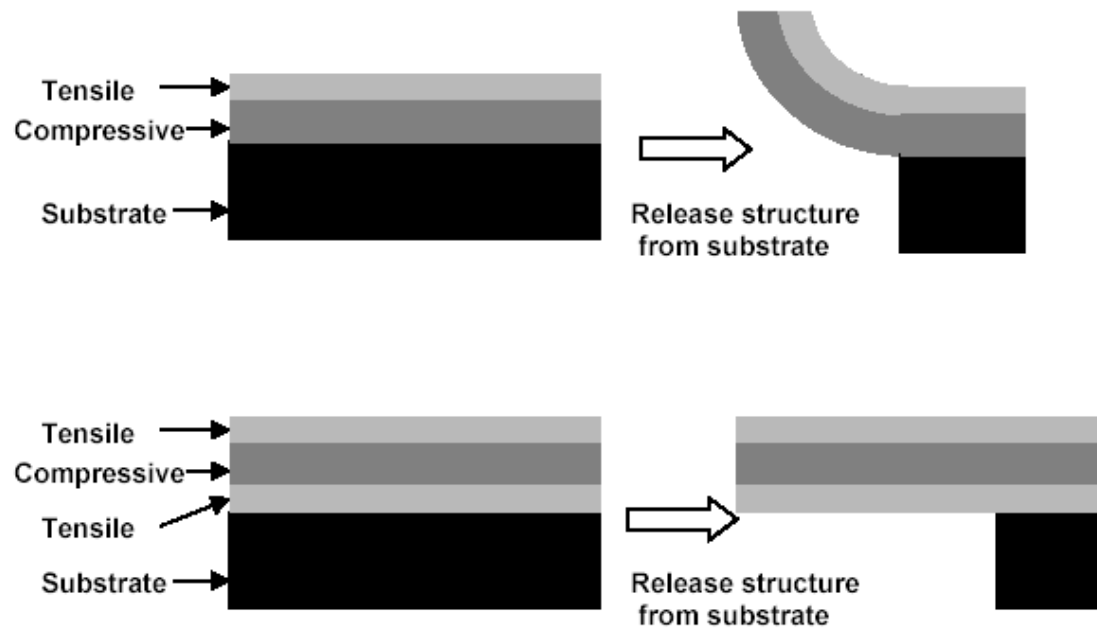
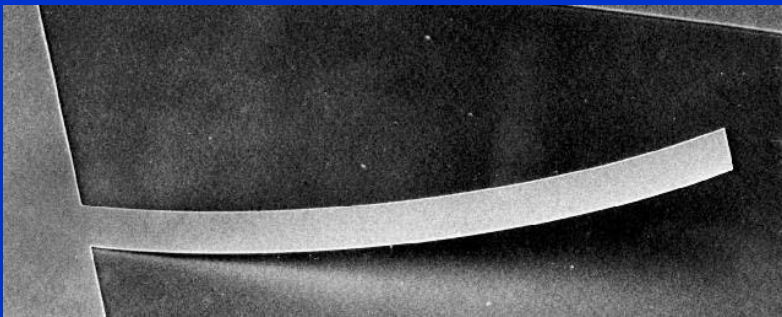


Figure 16: Top, a bi-layer of tensile and compressive layers, showing undesirable curvature upon release from substrate. Bottom, a stress match structure showing little stress induced bending.

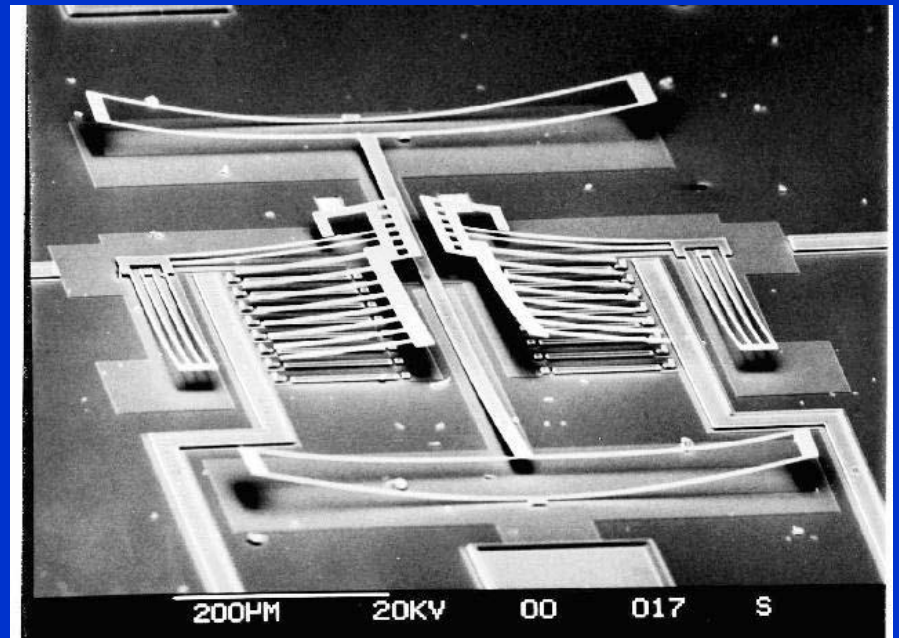


Efekti gradijenta naprezanja tankih filmova na MEMS strukturu

Top more tensile

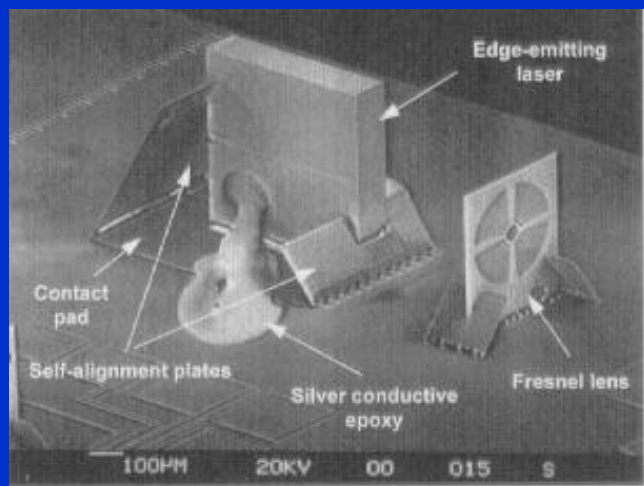


Top more compressive

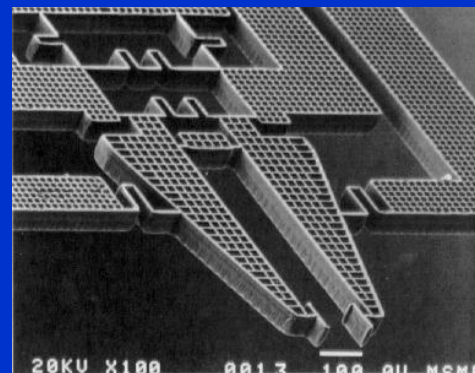




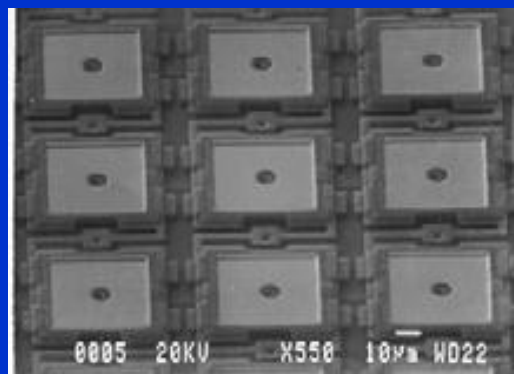
Primeri mkrosistema dobijenih tehnologijom površinskog mikromašinstva



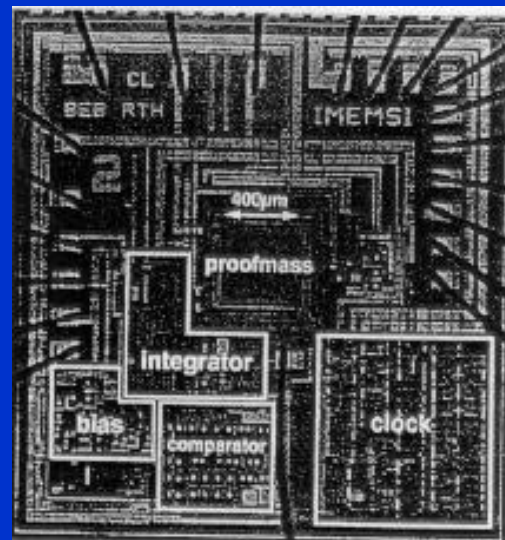
Mikro optika



Mikro pinceta



DMD



Akcelerometar



MUMPS i SUMMiT tehnologije

MUMPS – Multi-User MEMS Process

SUMMiT – Sandia Ultra-planar Multi-level MEMS Technology

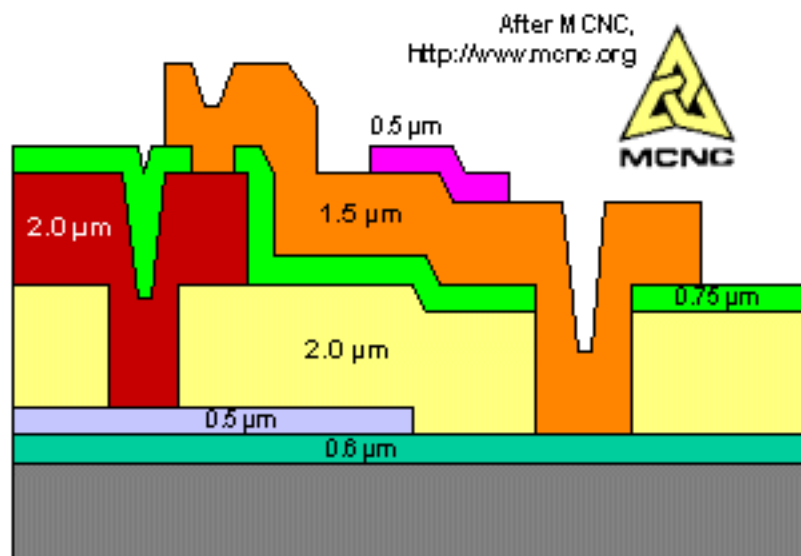
Tehnologije površinskog mikromašinstva što je moguće opštijeg dizajna kako bi se ispunili zahtevi različitih korisnika.

Za strukturne slojeve (ima ih 3) koriste poli-Si, za pomoćne slojeve oksid silicijuma, a za električnu izolaciju silicijumskog supstrata njegov nitrid.

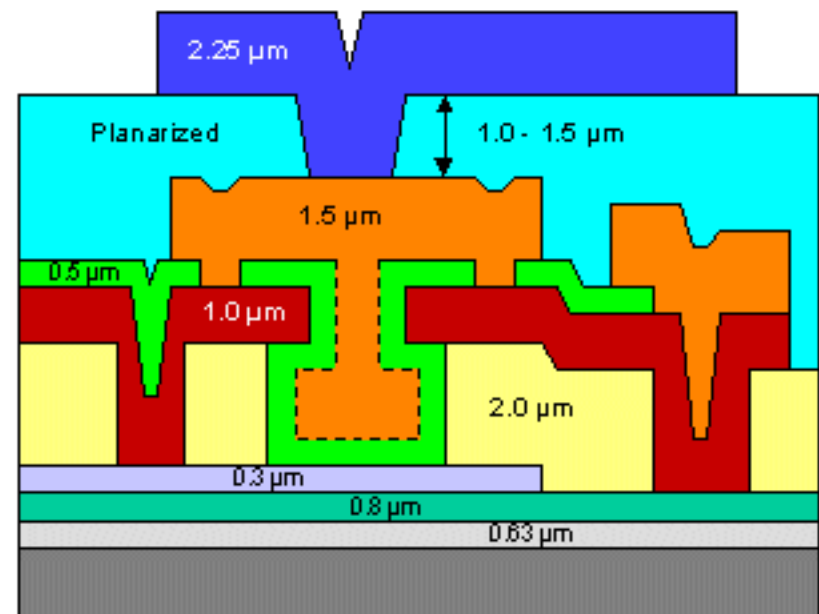


Multi-User MEMS Process (MUMPS)

(Upper levels and advanced features are not available.)



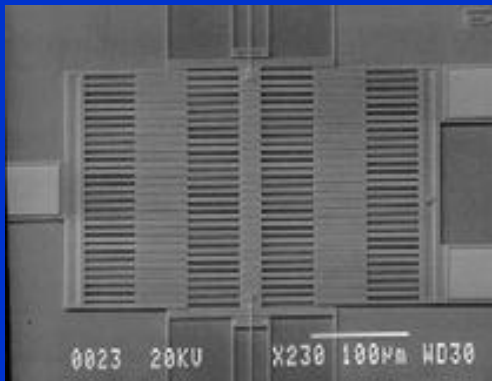
Sandia Ultra-planar Multi-level MEMS Technology (SUMMIT)



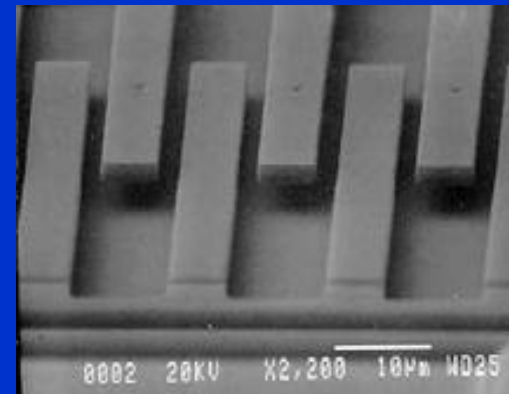


Primeri mikrosistema dobijenih MUMPS i SUMMiT tehnologijama

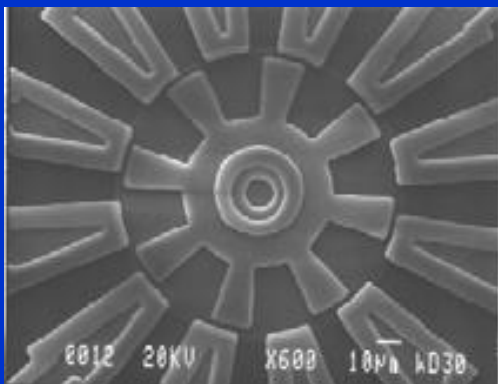
Linear Comb Resonator



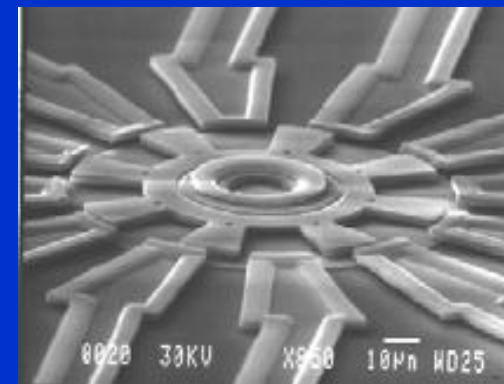
Closeup of Comb Drive Fingers



Rotary Side Drive Motor - TopView



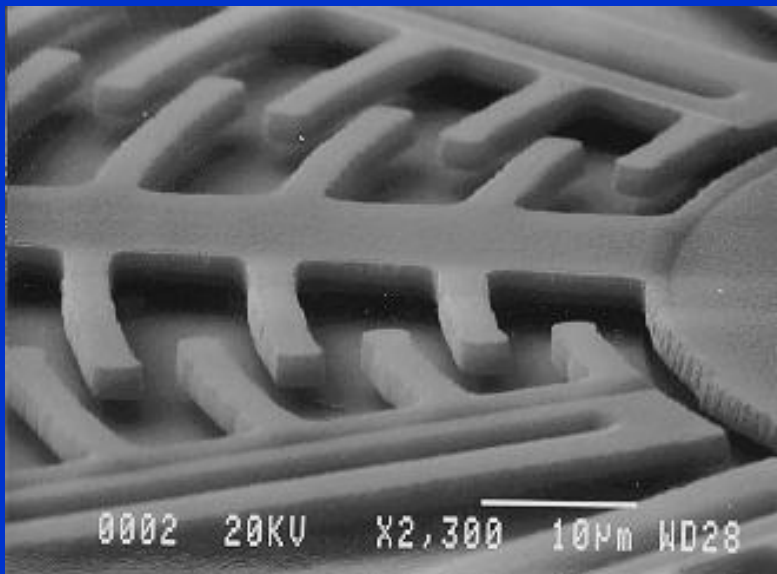
Rotary Side Drive Motor - Side View



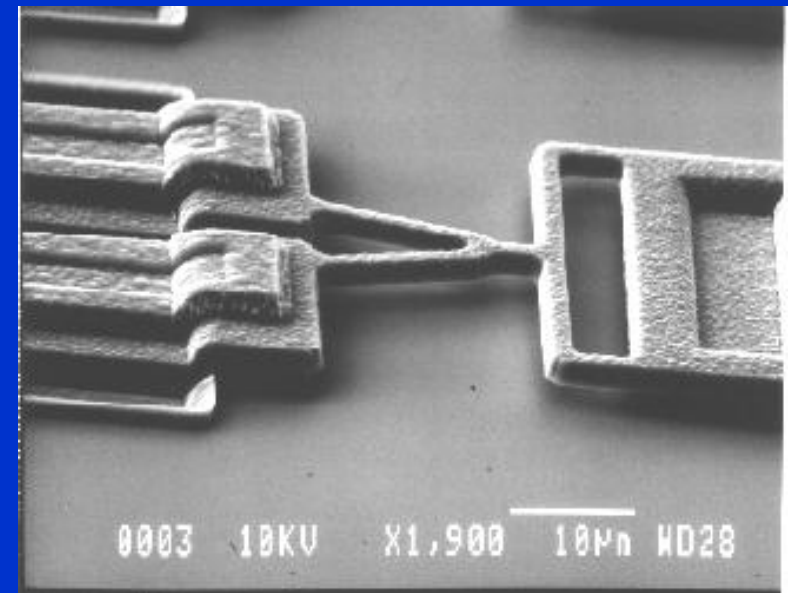


Primeri mikrosistema dobijenih MUMPS i SUMMiT tehnologijama

Rotary Comb Drive



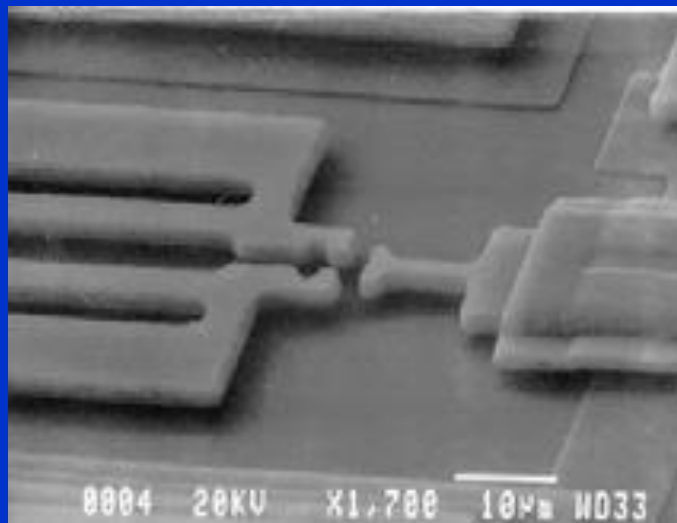
Resistive Fuse Link





Primeri mikrosistema dobijenih MUMPS i SUMMiT tehnologijama

Micro Relay



Closeup Sideview of Hinge

