

# Beszámoló

Zeffer Tamás

2024 Január 25

Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola (V. félév)

Belső konzulens: Csikósné Pap Andrea

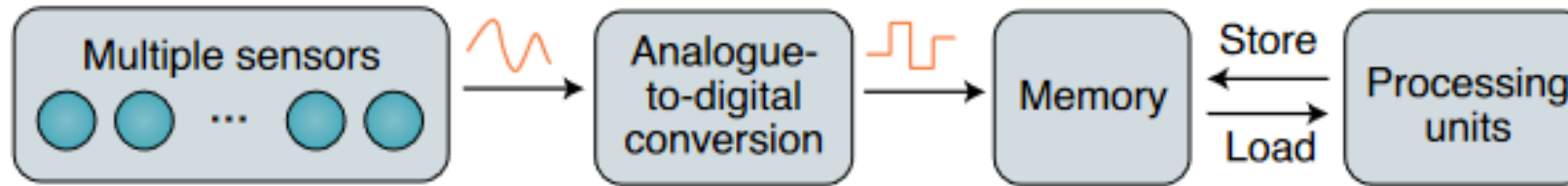
Külső konzulens: Volk János

HUN-REN EK MFA, Nanoérzékelők Laboratórium (2022. októbertől)

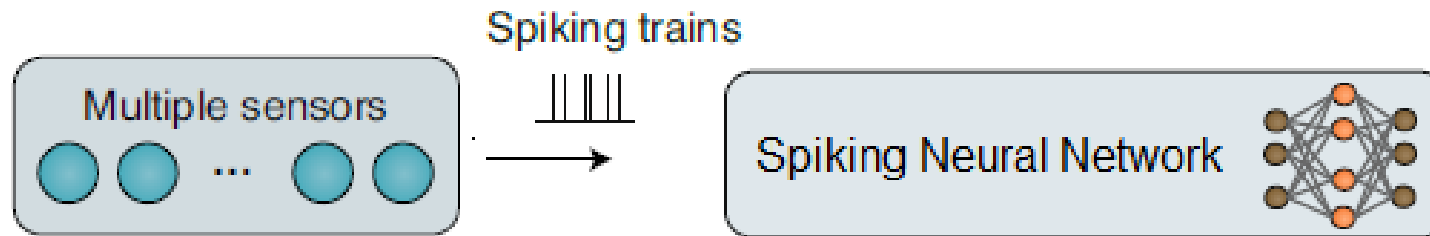
PhD téma: Vékonyréteg technológiával megvalósítható intelligens érzékelés

# Von Neumann architektúra kontra Tüzelő Neurális Hálózat (SNN\*)

Von Neumann vagy Harvard Architektúra



Tüzelő Neurális Hálózat (SNN)

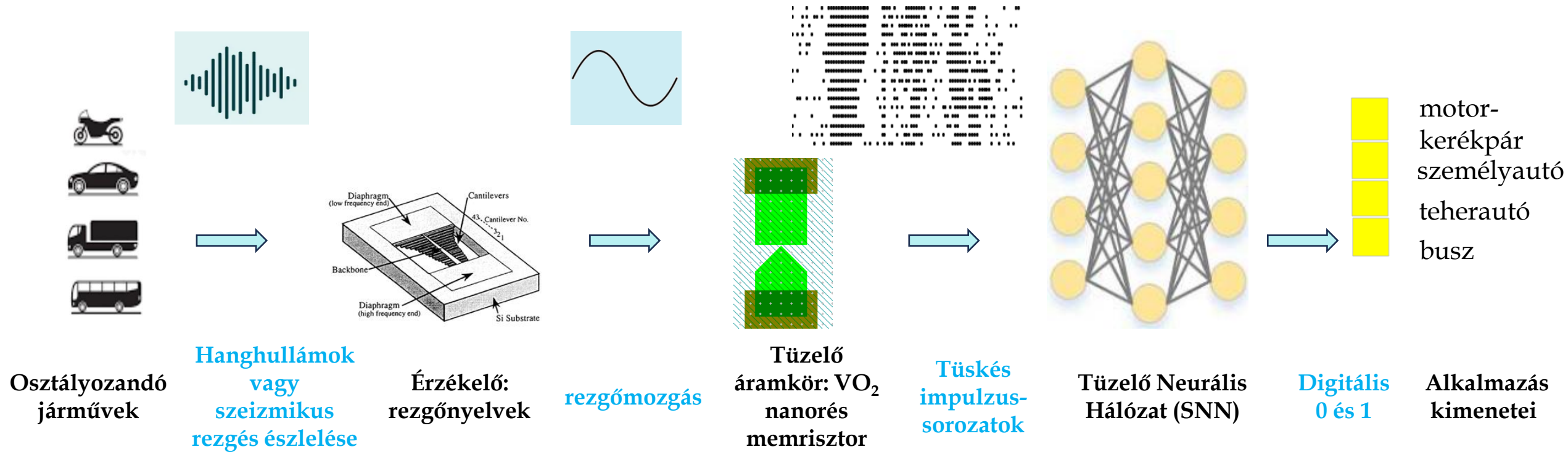


**Tüzelő Neurális Hálózat előnyök:**

- alacsony fogyasztás
- gyors, párhuzamos feldolgozás
- csak az időbeli változásokat dolgozza fel ↔ ANN

\* SNN = Spiking Neural Network = Tüzelő Neurális Hálózat

# Példa alkalmazás: Akusztikus Jármű Detektáló (AVD)



# Előzetes kutatási eredmény és saját kutatási célok

## Saját Célok:

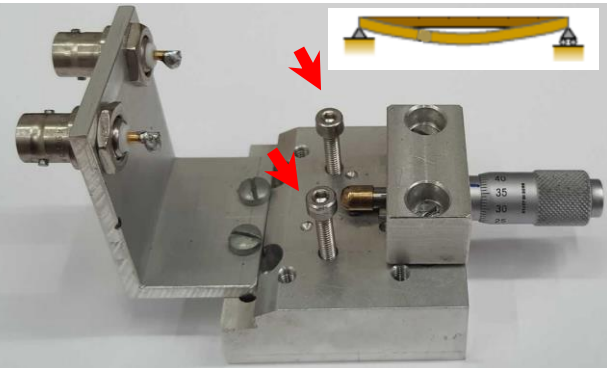
1. A nanorés  $\text{VO}_2$  rétegével végzett érzékelés  $\rightarrow$  nanorés egyben feldolgozó áramköri elem is. Az áramkör és érzékelő egy chipen integráltan valósul meg. ON CHIP ONLY
2. Többcsatornás kimenettel rendelkező érzékelő + SNN feldolgozás

# Elektromechanikai tesztminták

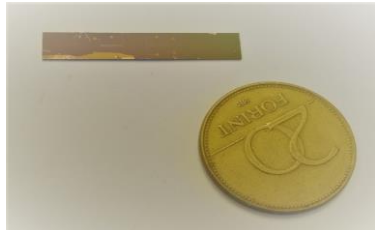
## Első félév

makroszkopikus 3 pontos hajlítás:

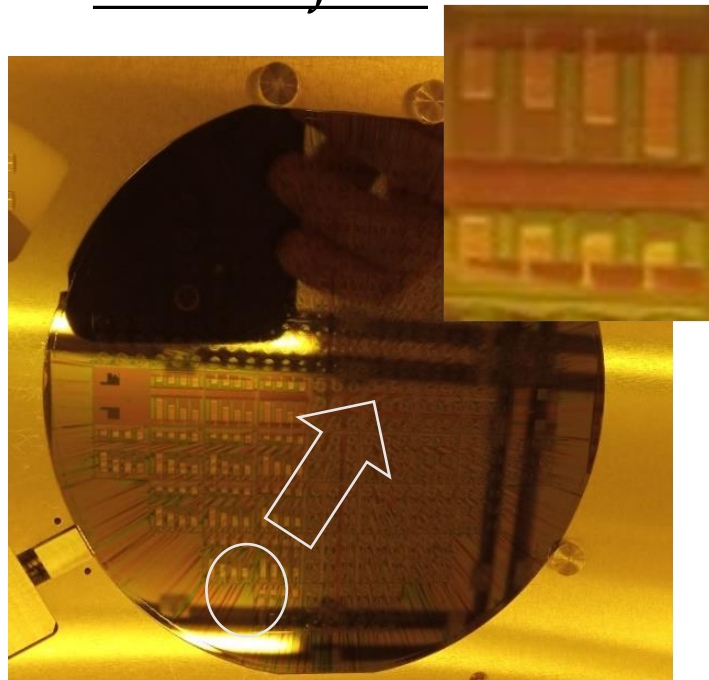
szeletcsík:



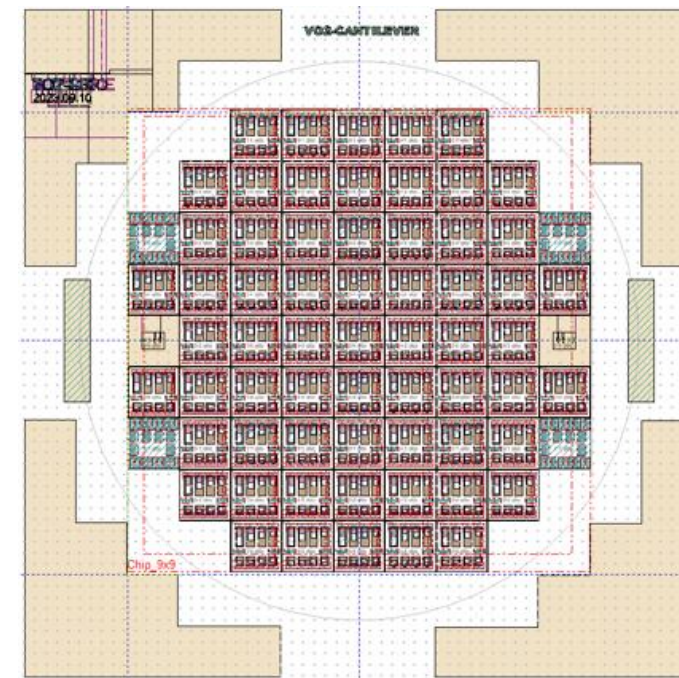
felfűrészelt szeletcsík:



## Második félév



## Harmadik félév



VO<sub>2</sub> Si  
szeletcsíkon

- törékeny
- maximális relatív megnyúlása  $\epsilon = 0.26 \%$
- Vset alig változik

kisebb térfogatú MEMS

VO<sub>2</sub> SOI (Si a szigetelőn)  
szeleten  
vékony  
eszközzréteg

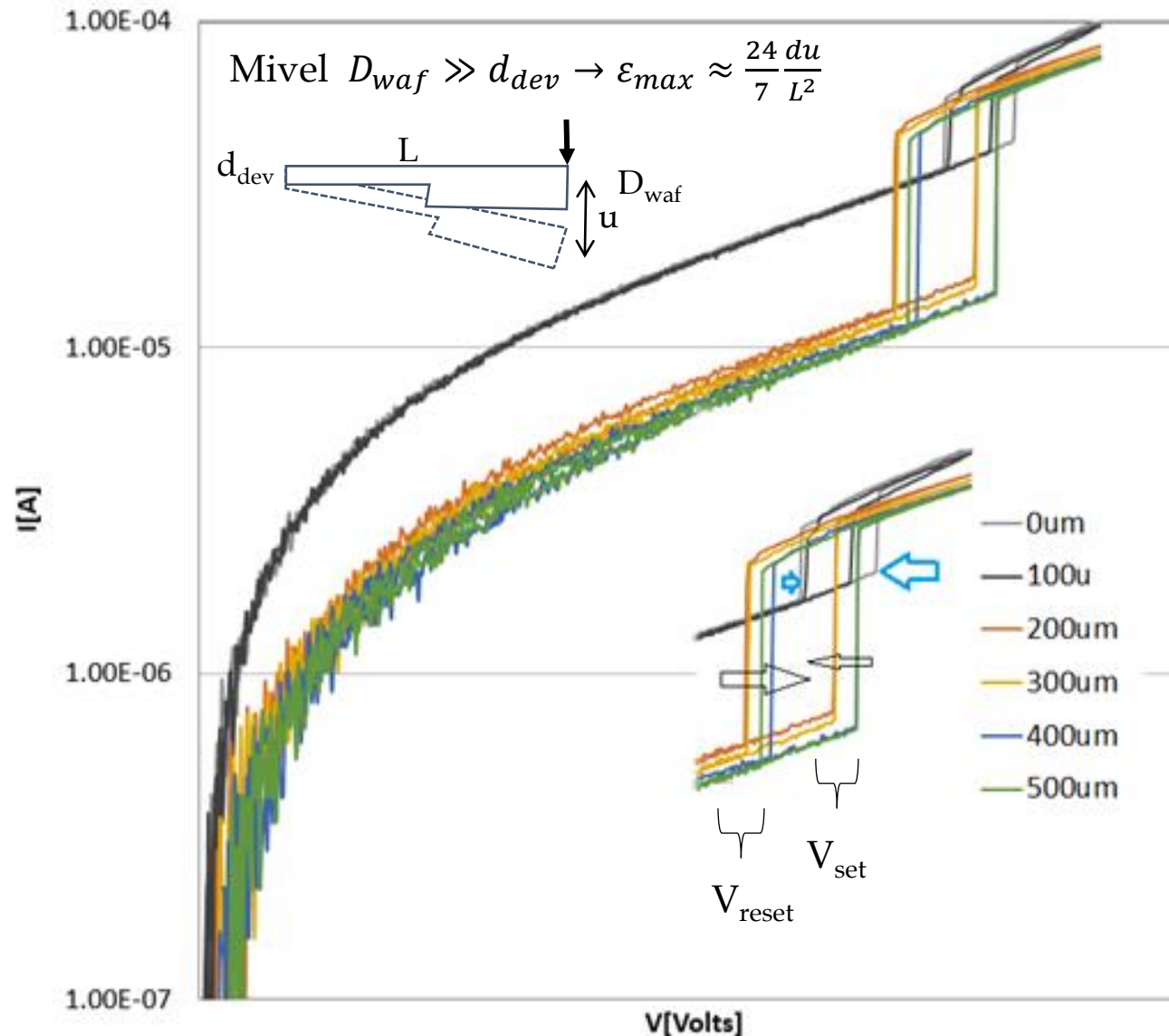
- hajlékony
- maximális relatív megnyúlása 1%
- Vset változás biztató

vastag eszközzréteg (40 $\mu$ m)

VO<sub>2</sub> SOI (Si a szigetelőn)  
szeleten  
vastag  
eszközzréteg

- saját maszk tervem
- Szisztematikus teszt (→ 4k+ db. nanorés)

# Elektromechanikai vékony eszközrétegű chipen



## Elektromechanikai vizsgálat:

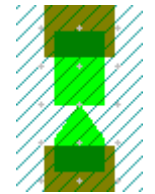
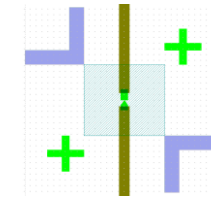
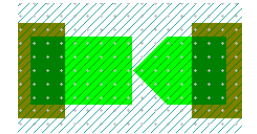
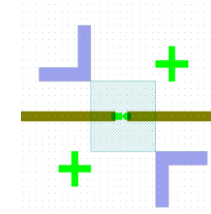
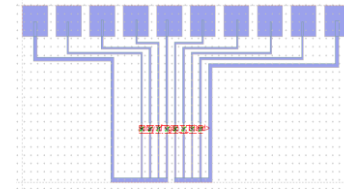
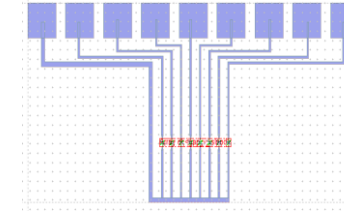
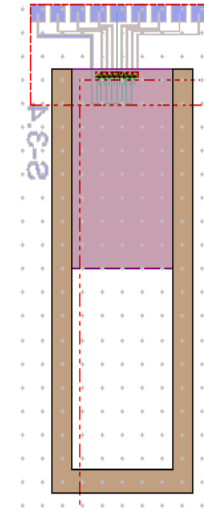
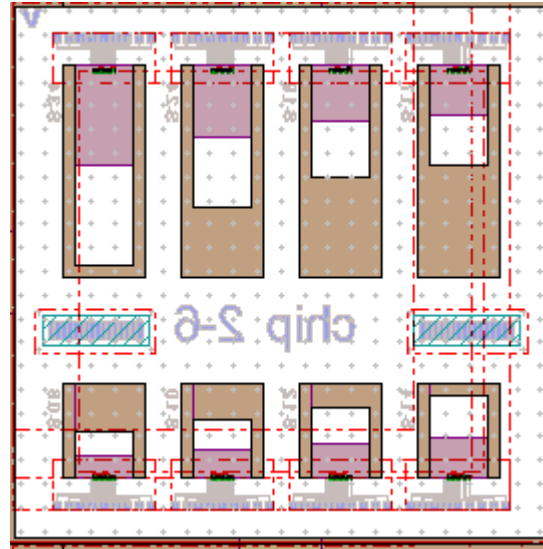
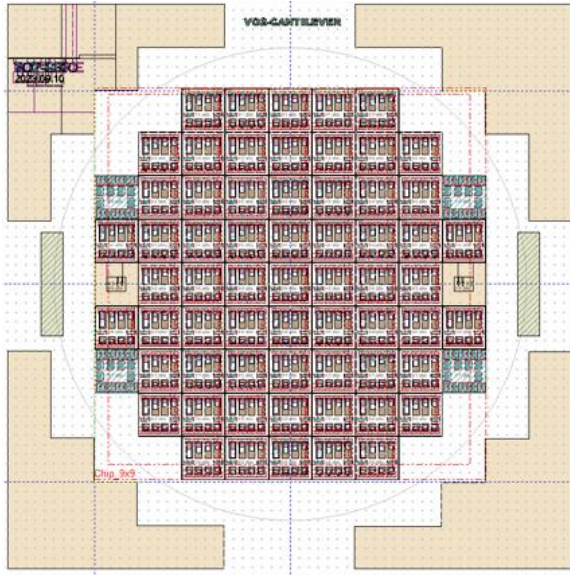
- Egy rezgőnyelves eszközt sikerült mérni
- 100 és 200 um között egy drasztikus teljesítmény csökkenés történt ( $P_{set}$  : 110uW  $\rightarrow$  45uW)
- 200 um-től kezdődően némi hasonlóságot mutat az irodalmi egykristályos mikroruddal\*.
- $V_{SET}$  ,ábrán jelölt feszültségváltozás = 240 mV  
 $\rightarrow$  további szisztematikus mérésekre lesz szükség!

\* B. Hu *et al.*, “[External-Strain Induced Insulating Phase Transition in VO<sub>2</sub> Nanobeam and Its Application as Flexible Strain Sensor](#),” *Adv Mater*, vol. 22, no. 45, pp. 5134–5139, Dec. 2010, doi: 10.1002/adma.201002868.



# Vastag membránú (új) szelet

\*



Az új szelet terv

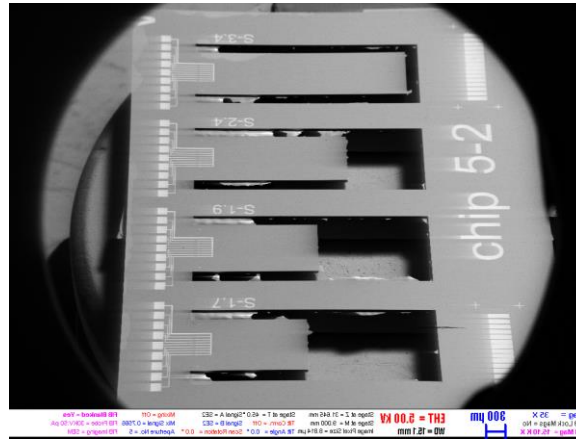
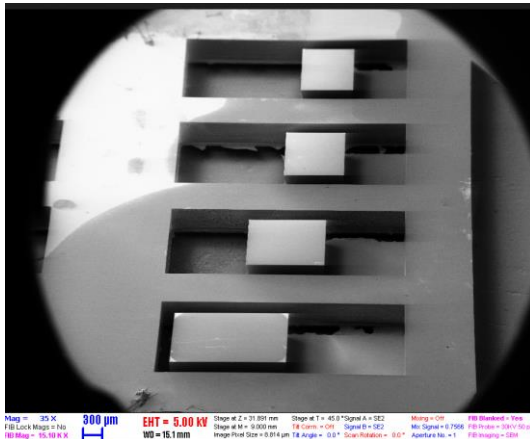
- 63 chip, 4k+ nano-rés
- 6 féle áramköri kialakítás

MEMs chip  
8 rezgőnyelv

rezgőnyelv

2 féle  
áramköri  
elrendezés

Regőnyelvvel  
párhuzamos és  
merőleges kialakítás



Változta-  
tások a  
gyártásb-  
an

- gyártás saját litográfiás maszkkal
- szeletszintű elektronsugaras litográfia (autófókusz és autóillesztés) → 4k+ db. nanorés eszköz





# Összefoglalás

- A cél chipek elkészítéséhez maszk sorozat tervet készítettem
- Részt vettem a gyártásban, ami sikeresen befejeződött
- Áramköri szimulációval igazoltam, hogy tüzelő áramkör valósítható meg. A szimulációs eredmény feltételezi, hogy a hőmérséklet változása hasonló módon hat a  $\text{VO}_2$  kapcsolási feszültségére, mint a rezgőnyelv mechanikai deformációja.

# Kitekintés

Szoftveres  
Fejlesztés

Betanítás google spech  
adatkészlettel szükséges (40k  
hangminta)

Az adatkészletre ÉS beszédre  
tüzeléses-impulzusra folyam  
átalakításra lesz szükség

SnnTorch keretrendszerben  
történő modell elkészítés és  
betanítás

Tervezett cikkek

1. Statikus mérésből egy **anyagtudományi** folyóirat cikk
2. Dinamikus mérésből egy **szenzoros** folyóirat cikk (például: Sensors and Actuators)
3. IEEE cikk a MEMS chip rendszerszintű alkalmazásáról

# Vége

Köszönöm a figyelmet.