

## Ultrakis méretű, chipen kialakított rezisztív kapcsoló memóriák fejlesztése és vizsgálata

Török Tímea Nóra

Témavezető: Dr. Halbritter András

Az rezisztív kapcsoló memóriák - más néven memrisztorok - általánosan fém-szigetelő-fém nanoszerkezetek, amelyek ellenállása elektromos jelek segítségével változtatható, lehetővé téve az információ tárolását az eszköz ellenállásának értékében. E tulajdonságuk alapján a memisztív eszközök ígéretes platformot szolgáltatnak nagy méretű mátrixok hardverszintű kódolásához. Memrisztorokból álló hálózattal a számításigényes vektor-mátrix műveletek egyetlen lépésben elvégezhetők, ami jelentősen felgyorsítja például egy mesterséges neurális hálózat (ANN) működését. A memrisztorok neuromorfikus tulajdonságaik révén valódi fizikai építőelemekként is szolgálhatnak például biológiailag inspirált algoritmusok számára.

A disszertációmban bemutatott tanulmányok célja kettős: az egyik cél új memisztív eszközök kifejlesztése a legkülönbözőbb anyagokból, és ugyanilyen fontos cél, hogy betekintést nyújtsak ezek kapcsolási mechanizmusába, hogy pontos, kísérletekkel igazolt fizikai modelleket lehessen konstruálni ezekből. Támaszkodva ezen tanulmányokra, bemutatok néhány áramkörü szintű alkalmazást is, amelyek a saját készítésű memisztív elemek neuromorfikus tulajdonságait hasznosítják

A disszertációban chipen kialakított rezisztív kapcsoló memóriák fejlesztésével kapcsolatos munkámat mutatom be, amely magában foglalta a minták nanofabrikációs technikákkal történő előállítását, valamint a különféle módszerekkel történő karakterizálásukat. Munkám során chipen kialakított memisztorokat fejlesztettem és állítottam elő különböző anyagokból, elektronsugaras litográfia és vékonyréteg-leválasztási módszerek alkalmazásával. Vizsgáltam a  $\text{SiO}_x$  memrisztorok bekapcsolási jelenségeinek sztochasztikus természetét, feltárva, hogy a kristályos magképződés határozza meg a bekapcsolási folyamat dinamikáját. Bemutatom továbbá a  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  és  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  STM pont-kontaktus eszközökön végzett szupravezető spektroszkópiás mérések eredményeit. Ez a megközelítés roncsolásmentes diagnosztikai eszközt biztosít az eszközök aktívtartományában jelenlévő filamentumok in-situ, kísérleti vizsgálatához. A filamentumok átmérőjére vonatkozó, közvetlenül kinyert információn túlmenően lehetőség van a filamentumok egyedi transzmissziós sajátértékeinek vagy a transzmissziók sűrűségfüggvényének meghatározására. Az előbbi az eszköz skálázhatósága szempontjából nagy jelentőséggel bír, míg az utóbbi mennyiségek a filamentumok atomi szerkezetének finom részleteit tárják fel, lehetőséget biztosítva atomi léptékű memrisztormodellek (pl. sűrűségfüggvény-elméleten alapuló modellek) validálására. Végül megvizsgálom  $\text{VO}_2$  memrisztor-alapú relaxációs oszcillátor áramkörök alkalmazási lehetőségét egy auditív érzékelőegységben. Ebben a projektben az oszcillátort egy MEMS rezgőnyelvhez kapcsoltam, és demonstráltam az áramkör számos bio-realisztikus tulajdonságát, amelyek teljesítenek néhány fontos előfeltételt egy cochleáris implantátumokban való lehetséges alkalmazáshoz.