

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Tematyką wniosku, a zarazem głównym celem, są badania podstawowe oraz kompleksowa analiza mechanizmów transportu nośników ładunku elektrycznego w nowego typu cienkowarstwowych strukturach gradientowych na bazie przezroczystych tlenków metali przejściowych, w których występują tzw. efekty memrystorowe. Słowo memrystor wywodzi się z połączenia słów "memory" (pamięć) oraz „resistor” (rezystor), co oznacza, że element taki charakteryzuje się zdolnością do zapamiętywania swojego stanu w zależności o wartości i kierunku przepływającego prądu. Pierwsze wzmianki o występowaniu mechanizmów przełączania rezystancji zostały opublikowane już w 1962 roku. Zostały one zaobserwowane w strukturach typu metal–tlenek–metal Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al, które wykazywały zmianę rezystancji w wyniku pobudzenia impulsami napięcia, dzięki czemu na charakterystyce prądowo-napięciowej pojawiła się charakterystyczna pętla histerezy. W 1971 roku Leon Chua, analizując zależności występujące między istniejącymi trzema pasywnymi elementami elektronicznymi (rezystorem, kondensatorem oraz induktorem), zauważył, że brakuje zależności między ładunkiem elektrycznym a strumieniem magnetycznym. Chua zaproponował istnienie czwartego, pasywnego elementu, jakim jest memrystor, który wykazuje histerezę charakterystyczną dla ferromagnetycznych rdzeni pamięci. Memrystor zachowuje się więc, jak nieliniowy rezystor z możliwością zapamiętywania stanów rezystancji. Można stwierdzić, że memrystor jest to nieliniowy rezystor z cechą pozwalającą na zmianę rezystancji w czasie, bazującą na ilości przepływającego prądu przez strukturę.

Pierwsze doniesienie o praktycznej realizacji memrystora pojawiło się dopiero w roku 2008 za sprawą publikacji, w której naukowcy z HP LABS opisali zaobserwowany przez nich efekt memrystorowy w nanosiatkowym układzie pamięciowym, wytworzonym na bazie cienkiej warstwy dwutlenku tytanu. Eksperymentalne potwierdzenie brakującego czwartego elementu elektronicznego otworzyło ogromne możliwości wykorzystania go w wielu dziedzinach, poczynając od systemów chaotycznych a kończąc na komercyjnych nanourządzeniach. Potencjalne zastosowanie memrystorów jest ogromne. Przewiduje się, że elementy te mogą znaleźć zastosowanie w takich dziedzinach, jak nieulotna pamięć RAM, dynamiczna pamięć RAM i w pamięciach typu flash. Z tego powodu, w ostatnich latach, wytwarzanie oraz badanie struktur memrystorowych zyskało na dużej popularności, głównie dzięki intensywnemu rozwojowi mikro- i nanotechnologii, a w szczególności w odniesieniu do półprzewodnikowych nanomateriałów i nanostruktur. Również w dziedzinie transparentnej elektroniki wzrasta zapotrzebowanie na transparentne diody oraz tranzystory, dlatego też w tej dziedzinie zaczęto poszukiwać materiałów opartych na tlenkach wykazujących przełączanie rezystancyjne, w tym również w takich tlenkach metali przejściowych, jak Cu<sub>2</sub>O, CoO, czy TiO<sub>2</sub>.

W praktyce, struktury memrystorowe realizowane były dotychczas w postaci układów wielowarstwowych zbudowanych z nałożonych na przemian cienkich warstw tlenków izolacyjnych i półprzewodnikowych. Nowością proponowaną w niniejszym wniosku są badania i analizy mechanizmów przełączania rezystancyjnego w strukturach gradientowych, tj. takich, w których koncentracja poszczególnych składników (mieszanin tlenków izolacyjnych i półprzewodnikowych) zmienia się wraz z grubością takiej struktury. Elementy takie, zdaniem wnioskodawców, mogą stanowić ciekawą alternatywą dla istniejących obecnie struktur warstwowych, a w szczególności mogą stanowić interesujące uzupełnienie przezroczystych elementów elektronicznych w transparentnej elektronice.

Praktyczna realizacja takich struktur wymaga jednak wykonania jeszcze szeregu badań podstawowych i znalezienia odpowiedzi na wiele pytań dotyczących kwestii związanych, między innymi, z mechanizmem przełączania rezystancyjnego. Istniejące w literaturze modele nie są kompletne, dlatego celem niniejszego projektu jest pogłębienie wiedzy na temat właściwości transportowych w strukturach memrystorowych, w szczególności w postaci cienkowarstwowych struktur gradientowych opartych na wybranych tlenkach metali przejściowych.