

“Tunelowanie i zjawiska spinowe – nowe rozwiązania dla pamięci komputerowych swobodnego dostępu”

*“Electron tunneling and spin phenomena:  
new concepts for random access computer memory”*

Marek Przybylski

Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej  
i Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii (ACMiN),  
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

*Faculty of Physics and Applied Computer Science,  
and Academic Centre for Materials and Nanotechnology,  
AGH University of Science and Technology, Kraków, Poland*

Zapisanie danych kierunkiem namagnesowania ferromagnetycznej elektrody, możliwe w dwóch przeciwnych kierunkach odpowiadających logicznym 0 i 1, skutkuje różnymi prądami tunelowania do drugiej elektrody (oddzielonej barierą) o trwale ustalonym kierunku namagnesowania. Pozwala to na łatwe odczytywanie zapisanych danych i na takiej zasadzie działa magnetyczna pamięć swobodnego dostępu (z ang. MRAM).

Wraz z postępem fizyki i technologii możliwe stało się zastąpienie pola magnetycznego (stosowanego do zapisu kierunku namagnesowania) prądem spolaryzowanym spinowo płynącym przez wyżej opisane złącze tunelowe (tzw. STT-MRAM), a później prądem płynącym tylko przez jedną elektrodę (tzw. SOT-MRAM).

Najnowsze idee sugerują wykorzystanie efektów magnetoelektrycznych (lub napięcia) do zapisu kierunku namagnesowania (lub kierunku polaryzacji elektrycznej), a odwrotnego spinowego efektu Halla do odczytu tak zapisanych danych. Powoduje to, że złącza tunelowe i spinowo zależne tunelowanie przestają być przydatne w przyszłościowych pamięciach RAM o działaniu opartym na spinie elektronu. Elementy pamięci tego typu charakteryzowałyby się szybszym przełączaniem i mniejszym zużyciem energii, a co najważniejsze działałyby bez konieczności podtrzymywania napięciem w odróżnieniu do teraz stosowanych pamięci typu RAM.

*The data stored as the magnetization orientation of a ferromagnetic electrode, which is possible in two opposite directions corresponding to logic 0 or 1, results in a different tunneling current detected by the other ferromagnetic electrode of a fixed magnetization. This offers an easy tool for reading the stored data (a concept of magnetic random access memory called MRAM).*

*With ongoing development, it has become possible to replace the magnetic field (originally used for the writing of the magnetization orientation) with a spin polarized current flowing through the junction (STT-MRAM), and then with the current flowing only through one of the electrodes (SOT-MRAM).*

*However, recent concepts suggest the magnetoelectric or electric writing of the magnetization or of ferroelectric state, respectively, and the inverse-spin Hall effect for reading the stored data. This would make tunnel junctions and spin dependent electron tunneling unnecessary for the future spin-based RAMs. Such RAM devices would be able to switch faster, with lower energy consumption and being non-volatile at the same time compared to the existing RAM.*