

**STATYCZNA I DYNAMICZNA CHARAKTERYZACJA
MAGNETYCZNYCH ZŁĄCZ TUNELOWYCH
Z ANIZOTROPIĄ PROSTOPADŁĄ**

PIOTR RZESZUT

Streszczenie

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej było badanie magnetycznych złączy tunelowych z anizotropią prostopadłą oraz mieszaną w zakresie statycznym (prądu stałego) oraz dynamicznym (zakreśy wielkich częstotliwości). Badania skoncentrowane były wokół praktycznego zastosowania ich wyników w rozwiązaniach praktycznych, możliwych do wytwarzania na skalę przemysłową. Zaproponowano m.in. innowacyjną wielostanową komórkę magnetycznej pamięci RAM oraz projekt sztucznej sieci neuronowej opartej o szeregowo połączone złącza tunelowe.

Pracę rozpoczyna opis wybranych podstaw zjawisk odpowiedzialnych za działanie magnetycznych złączy tunelowych, oraz przegląd najważniejszych zagadnień związanych ze sztucznymi sieciami neuronowymi. Następnie zaprezentowana jest publikacja opisująca konstrukcję i charakterystyki wielostanowej komórki magnetycznej pamięci RAM. W kolejnej części przedstawiona jest praca opisująca wykorzystanie wielostanowych komórek w konstrukcji sztucznej sieci neuronowej oraz rezultaty symulacji tak skonstruowanego rozwiązania. Najnowsze prezentowane rezultaty dotyczą zjawisk synchronizacji elektrycznie połączonych oscylatorów opartych o magnetyczne złącza tunelowe, badano zarówno synchronizacje wzajemne jak i do wygenerowanych sztucznie sygnałów zewnętrznych. Synchronizacje takie mogą również znaleźć zastosowanie w konstrukcji sieci neuronowych.

Przed podsumowaniem pracy przedstawione zostały najważniejsze techniki fabrykacji złączy oraz prowadzenia pomiarów, które ze względu na stopień skomplikowania stanowiły istotną i czasochłonną część tych badań.

Piotr Rzeszut
23.06.2023

STATIC AND DYNAMIC CHARACTERIZATION OF MAGNETIC TUNNEL JUNCTIONS WITH PERPENDICULAR ANISOTROPY

PIOTR RZESZUT

Abstract

The goal of this PhD thesis is research on magnetic tunnel junctions with perpendicular and mixed anisotropy in both static (direct current) and dynamic (radio-frequency regime). The research was targeted to provide practical applications, ready for industrial manufacturing. Introduced solutions include multi-state magnetic random access memory cell and a design of artificial neural network based on serially connected magnetic tunnel junctions.

The work begins with basic description of fundamental effects contributing to magnetic tunnel junction behaviour. A review on artificial neural networks is also included. In the next part a paper on design and operation of multi-bit magnetic RAM cell is presented. Then a research paper describing the use of such multi-state cells in an artificial neural network is introduced, covering also results of simulation of such computing solution. Last but not least the most recent research results on synchronization of electrically connected magnetic tunnel junction oscillators (both taking into account mutual synchronization as well as when external signal is introduced) are discussed. Such synchronization effects might also find use in different types of neural networks.

Before the conclusion of the work all the measurement and fabrication techniques are described, being the most important and time-consuming part of the research.

Piotr Rzeszut
23.06.2023