

Magnetic response of composites of magnetic nanoparticles in dielectric matrices to the alternating field of the microwave frequency range

Polskie streszczenie rozprawy doktorskiej

mgr inż. Kacper Brzuszek

1 II 2024

Przedstawiony cykl artykułów poświęcony jest teoretycznemu przewidywaniu parametrów odpowiedzi dynamicznej nanostrukturalnych magnetyków na zmienne pole magnetyczne bardzo wysokiej częstotliwości i o wysokiej amplitudzie, analizowanych jako materiały na rdzenie magnetyczne. Potencjalnym polem zastosowań tzw. wysokoczęstotliwościowych nanokompozytów magnetycznych są mikroprzetworniki napięcia (konwertery mocy) do integrowania z układami mikroelektronicznymi. Kluczową ze względu na straty mocy (na prądach wirowych) własnością analizowanych struktur magnetycznych jest wysoki opór elektryczny, związany z separacją nanocząstek oraz małe rozmiary (metalicznych) nanonocząstek. Za pomocą symulacji mikromagnetycznych wyznaczono przebiegi czasowe funkcji odpowiedzi magnetycznej (magnetyzacji) układów superferromagnetycznych i superparamagnetycznych (siatek nanocząstek ferromagnetycznych w matrycach dielektrycznych) oraz antyferromagnetycznego izolatora.

Rozważone zostały możliwości wzmocnienia odpowiedzi dynamicznej za pomocą statycznego pola porządkującego, wyboru kształtu nanocząstek magnetycznych, zastosowania rotującego pola wymuszającego zamiast liniowo spolaryzowanego. Trudnościami symulacji były: sformułowanie modelu mikromagnetycznego superferromagnetyka, uwzględnienie fluktuacji termicznych w dynamice superparamagnetyków, uwzględnienie złożonej anizotropii w wielodomenowej strukturze dwupodsieciowego antyferromagnetyka. Wyniki pozwoliły stwierdzić, że

1. zależność od częstości funkcji odpowiedzi warstw kompozytów superferromagnetycznych na dynamiczne pole magnetyczne jest podobna jak odpowiedzi jednorodnych ferromagnetyków, jednak nieliniowe efekty odpowiedzi dynamicznej silnie zależą od struktury kompozytu;
2. wartość przenikalności magnetycznej kompozytów superparamagnetycznych w zakresie mikrofalowej częstości może być kilkukrotnie większa od przenikalności magnetycznej próżni, co uzasadnia ich potencjalne zastosowanie w konwersji mocy;
3. tak zwany *performance factor* (iloczyn podatności magnetycznej i częstotliwości χf) antyferromagnetycznego izolatora może osiągać wartości porównywalne do układów ferromagnetycznych, co uzasadnia rozważenie antyferromagnetyków jako materiałów magnetycznych do zastosowań w ekstremalnie wysokich częstotliwościach.