

Simulasi mikromagnetik dinamika struktur domain pada material feromagnet Py, Ni, Fe dan Co berbentuk kubus (nanocubes) = Micromagnetic simulation of dynamic domain structure in ferromagnetic Py, Ni, Fe and Co nanocubes model

Mohsin, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20348707&lokasi=lokal>

Abstrak

ABSTRAK

Penelitian struktur domain feromagnet berbentuk kubus telah dilakukan dengan simulasi mikromagnetik OOMMF, berdasarkan persamaan Landau-Lifshitz-Gilbert. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengamatan dinamika struktur domain pada material feromagnet Permalloy (Py), Nickel (Ni), Besi (Fe), dan Kobalt (Co) berbentuk nanocubes (kubus) dengan variasi panjang sisi dari ukuran 20 nm sampai dengan 100 nm, ukuran sel $2,5 \times 2,5 \times 2,5$ 􀝊􀝉ଷ, dan faktor damping α = 0,1. Suhu sistem adalah 0 kelvin. Proses simulasi mikromagnetik ini dilakukan dalam dua bagian, (1) pengamatan struktur domain pada keadaan medan eksternal nol, dan (2) diberi medan magnet eksternal. Bagian pertama, difokuskan pada pengamatan struktur domain dan energi sistem mikromagnetik pada keadaan tanpa medan magnet eksternal atau ground state. Dari hasil pengamatan, diperoleh bahwa terjadi transisi struktur domain dari domain tunggal (single-domain/SD) menjadi struktur vortex-wall (VW) yang berhubungan dengan diameter kritis atau panjang sisi kritis. Di bawah panjang sisi kritis, struktur domain yang terbentuk adalah SD, sedangkan struktur VW teramati di atas panjang sisi kritis. Hasil simulasi mikromagnetik memperlihatkan bahwa panjang sisi kritis mendekati prediksi teori. Selanjutnya dianalisis energi sistem mikromagnetik berhubungan dengan transisi struktur domain. Menariknya, pada daerah transisi terjadi perubahan energi demagnetisasi dan energi exchange. Dibawah panjang sisi kritis, energi demagnetisasi lebih besar daripada energi exchange. Berikutnya, energi exchange mengalami kenaikan di atas panjang sisi kritis. Bagian kedua, dilakukan pengamatan jika material diberi medan magnet eksternal. Pada bagian ini, difokuskan untuk memperoleh data karakteristik magnet; seperti kurva histeresis, medan koersivitas, magnetisasi remanen, medan pembalikan, medan nukleasi, dan waktu pembalikan. Dari analisis kurva histeresis, diperoleh medan koersivitas menurun dengan meningkatnya panjang sisi kubus. Hasil ini sesuai dengan hasil eksperimen. Tentang medan pembalikan, berhubungan dengan besar medan magnet eksternal yang diperlukan untuk membalik dari keadaan saturasi ke keadaan saturasi berikutnya. Teramati bahwa medan pembalikan Co mempunyai nilai paling besar dibandingkan Py, Fe, dan Ni, serta meningkat dengan bertambahnya panjang sisi kubus. Hal yang sangat menarik, struktur domain dan profil energi pada keadaan remanen mirip dengan

keadaan ground state. Hasil ini memperlihatkan bahwa ferromagnetik nanocubes dapat dipertimbangkan dalam merealisasikan devais-devais berbasis magnet.

<hr>

ABSTRACT

We have systematically investigated domain structures of ferromagnetic nanocubes model by means of public micromagnetic simulation, OOMMF based on Landau-Lifshitz-Gilbert equation. Materials used in the micromagnetic simulation consisted of Permalloy (Py), Nickel (Ni), Iron (Fe), and Cobalt (Co). Edge length of nanocubes were carried out from 20 nm to 100 nm with cell size $2.5 \times 2.5 \times 2.5$ nm and the damping constant was fixed $\alpha = 0.1$. The temperature system was fixed absolute zero temperature. The micromagnetic investigation of domain structures, we separated in two part, (1) the investigation domain structures in zero external field condition, and (2) applied magnetic field. First part, we have focused to domain structure and magnetization energy in zero external field condition or ground state. From the observation, we found that the transition of domain structure from a single-domain (SD) to a vortex-wall structure (VW) was related to critical diameter (critical edge length). Below the critical edge length, all the cases exhibited a SD structures while a VW structure was found above the critical edge length. The micromagnetic simulation results showed that the critical edge length agrees with the theoretical prediction. Furthermore, we have analyzed the magnetization energy systems corresponded to the transition domain structure. Interestingly, the transition domain structure is shown by changing the demagnetization and exchange energy. Below the critical edge length, the magnetization energy was dominated by the demagnetization energy rather than exchange energy. Then, the exchange energy startly dominated above the critical edge length. Second part, we investigated the dynamics domain structure with applied the external field. In this, we focused to find the magnetic properties; such as hysteresis loops, coercivity field, remanent magnetization, switching field, nucleation field, and switching time. From analyzing the hysteresis loops, we found that the coercivity field decreased as the diameter increased. This results in agreement with the experiment results. Concern to the switching field, the magnitude of applied field to switch from one saturation to another saturation. We found that the switching field of Co the largest of switching field with respect to diameter. Mostly interesting, the domain structures similarly exhibited to the ground state condition at the remanent state as well as the magnetization energy profiles. We concluded that behavior in ferromagnetic nanocubes may allow us to consider in a practical design of magnetic recording devices.