

INTISARI

Studi Pengaruh Konsentrasi Zn Terhadap Sifat Dielektrik Nanopartikel Magnetik $Zn_xNi_{1-x}Fe_2O_4$

oleh

Dwi Indah Rahayu
16/403558/PPA/05075

Sifat dielektrik nanopartikel magnetik $Zn_xNi_{1-x}Fe_2O_4$ dengan variasi konsentrasi Zn ($x = 0,2 - 0,8$) telah dikaji pada rentang frekuensi (5 – 120) kHz menggunakan spektroskopi impedansi. Pola difraksi sinar-X (XRD) mengkonfirmasi bahwa, nanopartikel memiliki struktur kubik spinel. Ukuran kristalit nanopartikel dengan $x = 0,2$ adalah sekitar 21,5 nm dan berkurang seiring dengan bertambahnya konsentrasi Zn. Parameter kisi nanopartikel dengan $x = 0,2$ adalah sekitar 8,6 Å dan bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi Zn. Hal tersebut dikarenakan kation Ni^{2+} digantikan oleh kation Zn^{2+} yang berukuran lebih besar. Pada frekuensi 20 kHz, nilai konstanta dielektrik riil (ϵ'), konstanta dielektrik imajiner (ϵ'') dan rugi tangen ($\tan \delta$) dari nanopartikel dengan $x = 0,4$ berturut-turut adalah sebesar 35,7; 20,1 dan 0,57. Konstanta dielektrik riil-imajiner dan rugi tangen cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi Zn. Meningkatnya konsentrasi Zn berdampak pada ketersediaan ion Fe^{3+} dan Fe^{2+} dalam sub ruang oktahedral. Pada kajian ini, telah diteliti juga karakteristik dielektrik dan konduktivitas AC yang bergantung pada frekuensi. Konstanta dielektrik berkurang seiring dengan meningkatnya frekuensi. Nilai konstanta dielektrik tertinggi terdapat pada nanopartikel dengan $x = 0,6$ saat frekuensi 5 kHz. Sementara itu, nilai konduktivitas AC (σ_{AC}) tertinggi terdapat pada nanopartikel dengan $x = 0,3$ saat frekuensi 65 kHz, yaitu $1,7 \times 10^{-4}$ S/cm. Karakteristik tersebut dapat dijelaskan menggunakan model Maxwell-Wagner. Bertambahnya konsentrasi Zn menyebabkan energi gap nanopartikel meningkat, yaitu pada rentang (4,0 – 4,6) eV. Hal ini disebabkan karena adanya pergeseran panjang gelombang ke arah yang lebih kecil dan juga berhubungan dengan ukuran kristal nanopartikel.

Kata kunci : nanopartikel magnetik, sifat dielektrik, konduktivitas AC, energi gap

ABSTRACT

Study on the Influence of Zn Concentration on Dielectric Properties of Zn_xNi_{1-x}Fe₂O₄ Magnetic Nanoparticles

by

Dwi Indah Rahayu
16/403558/PPA/05075

Dielectric properties of Zn_xNi_{1-x}Fe₂O₄ magnetic nanoparticles with various Zn concentration ($x = 0.2 - 0.8$) have been investigated over a wide frequency range (5 – 120) kHz by spectroscopy impedance. The X-ray Diffraction (XRD) patterns confirmed that nanoparticles have spinel cubic structure. The crystallite size of the nanoparticles for $x = 0.2$ was about 21.5 nm and then decreases by increasing Zn concentration. The lattice parameter of the nanoparticles for $x = 0.2$ was 8.6 Å and then increases with the increase of Zn concentration. This is due to the replacement of smaller Ni²⁺ by larger Zn²⁺ cation. For nanoparticles with $x = 0.4$ at frequency 20 kHz, the real dielectric constant (ϵ') was 35.7, imaginary dielectric constant (ϵ'') was 20.1 and loss tangent ($\tan \delta$) was 0.57. Both of the dielectric constants and loss tangent increase with the increase of Zn concentration. The increase of Zn concentration would affect to availability of ferrite ions in the octahedral sites. This study also observed that the dielectric properties and AC conductivity were depend on frequency. The dielectric constants decrease with increasing frequency. The highest dielectric constants were $x = 0.6$ on frequency 5 kHz. Meanwhile, AC conductivity (σ_{AC}) maximum was 1.7×10^{-4} S/cm at 65 kHz observed for concentration $x = 0.3$. Those characteristics can be explained on the basis of Mawell-Wagner model. Increasing of Zn concentration give effect on band gap energy also increases from 4.0 eV to 4.6 eV. This is due to shifting of wavelength towards blue shift and relate to crystal size of nanoparticles.

Keywords : magnetic nanoparticles, dielectric properties, AC conductivity, band gap energy