

Karakterisasi magnetik dan absorpsi gelombang mikro material magnet berbasis dasar barium hexaferrite = magnetic and microwave absorption characteristic of barium hexaferrite based magnetic materials

Priyono, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20277862&lokasi=lokal>

Abstrak

ABSTRAK

Ferrite banyak dikenal sebagai material yang digunakan untuk magnet permanen, maupun sebagai material magnet tidak permanen dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti penyimpanan data computer, perangkat gelombang radio, televisi hingga gelombang mikro. Disamping itu banyak digunakan sebagai Elektromagnetic Impedance (EMI) yang mampu melindungi sistem perangkat elektronik dari gangguan interferensi. Ferrite juga difungsikan sebagai material penyerap (absorbel) gelombang mikro untuk mereduksi radiasi pantul pada perangkat anti deteksi (sleath). Penelitian ini mengembangkan material hexaferrite tipe-M ($Ba_{0.6}Fe_2O_3$) sebagai absorbing material melalui rekayasa struktur dengan metoda mekanika milling (mechanical alloying), khususnya substitusi secara parsial ion Fe dengan ion Mn dan ion Ti sehingga membentuk senyawa $Ba_{0.6}(Fe,Mn,Ti)_2O_3$.

Pembentukan fasa $BaFe_{12-2x}(MnTi)_xO_{19}$ (x bervariasi dari 0.0 hingga 2,5) diperoleh melalui dua tahap, diawali oleh substitusi ion dan ion Titerhldap ion Fe dalam komponen material Fe_2O_3 untuk membentuk fasa $(Fe,Mn,Ti)_2O_3$. Kemudian material hasil substitusi dipadukan secara mekanik dengan komponen $BaCO_3$ untuk membentuk fasa barium hexakrire tipe - M, setelah melalui reaksi padat. Hasil diuji dengan difraksi-aksi sinar X (XRD) untuk memastikan fasa material yang terbentuk. Observasi mikrostruktur material dilakukan baik dengan SEM maupun TEM untuk mengetahui ukuran dan morfologi kristal yang terbentuk. Perangkat permeagraph yang dilengkapi dengan medan magnet luar hingga 2,15 T digunakan untuk kajian sifat-sifat magnetik. Kajian terhadap karakteristik serapan gelombang elektromagnetik oleh material yang diteliti dilaksanakan melalui perangkat Network Analyser (HP-8753ES) terutama pada jangkauan frekuensi yang tersedia 1 GHz hingga 6 GHz.

Hasil XRD terhadap komponen material memastikan bahwa substitusi partial ion Fe^{+3} dengan ion Mn^{+2} dan Ti^{+4} dapat berjalan dengan baik yaitu pola difraksi Fe_2O_3 dapat dipertahankan pasca substitusi parsial. Demikian juga dengan material $BaFe_{12-2x}(MnTi)_xO_{19}$. Namun evaluasi parameter sel satuan menunjukkan terjadi perubahan parameter kisi fasa $BaFe_{12-2x}(MnTi)_xO_{19}$ dari $c = 23.2093$ nm pada nilai konvensional $BaFe_{12}O_{19}$ menjadi $c = 22.8146$ nm pada $BaFe_7(MnTi)_2.5O_{19}$, sedangkan nilai parameter kisi a cenderung konstan dengan kisaran 5.8839 nm (nilai konvensionalnya 5.8862 nm). Sebagai konsekuensi lain dari substitusi ion Mn dan ion Ti dalam material $BaFe_{12-2x}(MnTi)_xO_{19}$ adalah terjadinya perubahan sifat magnetik terutama koersivitas yang bertambah rendah nilainya dengan bertambahnya fraksi ion Mn dan ion Ti. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa koersivitas untuk $x = 0$ adalah 142 kA.m⁻¹, turun 566313 signifikan menjadi 3 kA.m⁻¹ pada $x = 2,5$.

Magnetisasi total juga mengalami penurunan nilai karena berlcurangny fiaksi ion Fe dalam $BaFe_{12-}$

$2x(\text{MnTi})_x\text{O}_{19}$ dari $\sim 0,38$ T (untuk $x=0$) menjadi $\sim 0,21$ T (untuk $x=2,5$). Nilai koersivitas yang rendah, magnetisasi total yang tinggi serta resistivitas listrik yang besar adalah beberapa sifat yang dikehendaki oleh material untuk berperan sebagai material penyerap gelombang elektromagnetik.

Serapan gelombang mikro pada material ferrite dengan $0 < x < 2,0$ dikarakteristikan oleh serapan pada dua daerah frekuensi dengan jangkauan frekuensi yang cukup lebar. Serapan pertama terjadi pada jangkauan frekuensi ~ 1250 MHz sampai dengan ~ 2750 MHz. Pada jangkauan frekuensi ini material (tidak termasuk untuk $x=0$) memperlihatkan fraksi serapan yang hampir sama mencapai nilai ~ 40 dB. Daerah frekuensi serapan kedua terjadi pada jangkauan frekuensi ~ 2750 MHz sampai dengan 5000 MHz. Dalam jangkauan frekuensi ini ketiga jenis material memiliki karakteristik berbeda. Dengan meningkatnya reaksi ion substitusi jangkauan frekuensi serapan diperlebar meskipun terjadi penurunan nilai reflection loss. Pada material dengan fraksi ion substitusi $x=2,5$ terjadi pergeseran frekuensi serapan pada jangkauan frekuensi serapan pertama disertai dengan peningkatan pelebaran jangkauan frekuensi.

Sebagai kesimpulan, Karakteristik electromagnetic wave absorber material $\text{BaFe}_{12-2x}(\text{MnTi})_x\text{O}_{19}$ memiliki frekuensi serapan dengan rentang frekuensi yang lebar pada daerah frekuensi $1 - 6$ GHz. Pada rentang frekuensi tersebut terjadi serapan gelombang pada dua frekuensi berbeda yaitu pada ~ 2000 MHz dan ~ 3500 MHz dengan faktor penurunan koefisien refleksi (reflection loss) yang relatif rendah mencapai ~ 30 sampai dengan ~ 40 dB. Rentang frekuensi sempit meningkat dengan meningkatnya fraksi ion substitusi Ti dan Mn. Nanostruktur material ikut dalam pelebaran frekuensi serapan gelombang elektromagnetik.

<hr>

ABSTRACT

Ferrite was widely known for a material used for permanent magnet as well as for non-permanent magnet. It was also widely used in various applications such as in media storage, computers, radio frequency components televisions and even in microwaves. In addition to that, it was also used as an Electromagnetic impedance (EMI), which was able to protect electronic components from interference. Ferrite was also used as the material to absorb microwaves to reduce a reflective radiation in devices with stealth capabilities. This research was intended to develop hexaferrite material ($\text{Ba}_0.6\text{Fe}_{2.03}$) as an absorbing material through structural engineering with mechanical milling (mechanical alloying) method, specifically 'through partial substitution of Fe ion with Mn and Ti ions to form the $\text{Ba}_0.6(\text{Fe},\text{Mn},\text{Ti})_{2.03}$ compound.

The formation of $\text{BaFe}_{12-2x}(\text{MnTi})_x\text{O}_{19}$ phase (x varied from 0.0 to 2.5) was obtained through two stages, beginning with the substitution of the Fe ion with Mn and Ti ions in the material component of Fe_2O_3 to form the $(\text{Fe},\text{Mn},\text{Ti})_{2.03}$ phase. Next, the result of this substitution was combined mechanically with BaCO_3 component to form the Type-M barium hexaferrite phase, after undergoing a solid reaction. The result of this synthesis was tested using X Ray Diffraction (XRD) to the formed phase- material. The material's structural observation was done with SEM as well as TEM to ascertain the dimension and morphology of the formed crystals. The Permeagraph device, which was equipped with external magnetic field up to 2.15 T, was used to study the magnetic characteristics. The study on the characteristic of the electromagnetic wave absorption was done utilizing the Network Analyzer (HP-8753ES) particularly within the available frequency range from 1 GHz to 6 GHz.

The result of the XRD of the component material synthesis showed that the partial substitution of Fe ion with Mn²⁺ and Ti⁴⁺ ions had gone well as in the diffraction pattern of Fe₂O₃ which had been maintained after the partial substitution. Likewise the BaFe_{12-2x}(MnTi)_xO₁₉. However, an evaluation of the cell unit parameter showed a change in the grid parameter of the BaFe_{12-2x}(MnTi)_xO₁₉ phase in BaFe₁₀O₉ conventional value from $c=23.2093$ nm to $c=22.846$ nm in BaFe₁₀(MnTi)₅₀ meanwhile the grid of a parameter value tend to be constant at the range of 5.8839 nm (the conventional value being 5.8862 nm). Another consequence of the substitution of Mn and Ti ions in BaFe_{12-2x}(MnTi)_xO₁₉ was the change in magnetic characteristic specifically in the lowering of the coercivity with the increase of the Mn and Ti ions fractions. Test result showed that the coercivity for $x=0$ was 142 kA.m⁻¹ decreased drastically to 3 kA.m⁻¹ for $x=2.5$. The total of magnetizing was also decreased in value due to the reduced Fe ion fraction in BaFe_{12-2x}(MnTi)_xO₁₉ from -0.38 T (for $x=0$) to ~0.21 T (for $x=2.5$). The low coercivity, high magnetizing and high resistivity to electricity are amongst the desired characteristics in a material so B to be useful as an electromagnetic wave absorber.

Microwave absorption in ferrite material with $0 < x < 2.0$ was characterized by two way absorption within the frequency ranging from ~1250 MHz to ~2750 MHz. Within this range a material (excluding for $x=0$) showed an almost similar absorption fraction reaching a value of -40 dB. The second frequency absorption area occurred at the frequency of ~2750 MHz up to 5000 MHz within this frequency range the three material showed different characteristics. With the increasing substituted ions, the frequency range absorption widened, even though there was a decrease in the reflection loss value. In a material where the substituted ion fraction $x=2.5$ a shift in absorption frequency in the first absorption frequency range would occur, accompanied with: widening of frequency range.

As a conclusion, BaFe_{12-2x}(MnTi)_xO₁₉ characteristic as an electromagnetic wave absorber material possesses a wide absorption frequency the range of 1 to 6 GHz. In this range the second wave absorption occurs in two different frequencies namely at ~2000 MHz and ~3500 MHz with a lowering of the reflection loss coefficient which was relatively low around -30 to -40 dB; The range of the absorption frequency will increase along an increase in Mn and Ti ions substitution. The structure of the nonmaterial also played a role in the widening of the electromagnetic wave absorption.