Jurnal Sains Materi Indonesia
Indonesian Journal of Materials Science

Vol. 2 No. 1, Oktober 2000, hal : 18 - 20
ISSN : 1411-1098

SINTESIS DAN KARAKTERISASI FERIT GELOMBANG MIKRO YIG DISUBSTITUSIKAN DENGAN ION Al, Gd

Hans K. Sudjono[1], Syoni Soepriyanto[2], Muljadi[1]
[1] *Puslitbang Fisika Terapan-LIPI*
[2] *Departemen Tambang ITB, Bandung*

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI FERIT GELOMBANG MIKRO YIG DISUBSTITUSIKAN DENGAN ION Al, Gd. Telah disintesis ferit untuk komponen gelombang mikro dari bahan garnet (YIG) yang disubstitusi dengan Al dan Gd, permeabilitas dan polarisasi magnet berubah dengan penambahan kadar ion Al^{3+}. Pengujian XRD dilakukan untuk menentukan hasil proses proses *sintering* pada berbagai suhu. Untuk beberapa cuplikan diuji sifat magnetnya dan juga sifat kinerja pada daerah *microwave* dengan dibentuk sirkulator lengkap yang memberikan data parameter, isolasi insertion-loss, diuji dengan *Circuit Analyzer* gelombang micro (1-8 Ghz). *Insertion loss* pada umumnya masih terlalu besar karena porositasnya masih terlalu tinggi, jadi perlu perbaikan dalam proses sintesanya.

Kata kunci : Microwave, garnet, permeabilitas magnetik, sirkulator, *insertion-loss*

ABSTRACT

SYNTHESIZED AND CHARACTERIZATION OF Al AND Gd SUBTITUTED FERRITE FOR MICROWAVE. Ferrite for microwave components has been synthesized from garnet ceramics (YIG) substituted by Al and Gd. Magnetic permeability and magnetic polarization changes according to the Al^{3+} ion addition. XRD is performed to determined the sintering products at various temperatures. For some samples the magnetic property and performance in microwave region was tested. The testing is conducted in the form of completely assambled circulator which gives data on isolation, inssertion loss when microwave circuit analyzer was employed. Due to high level of porosity insertion loss is still to large, improved process is necessary.

Key words : Microwave, garnet, magnetic permeability, circulator, insertion-loss

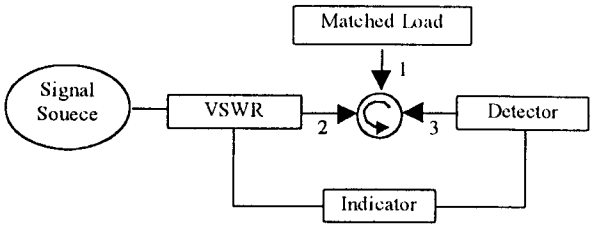
PENDAHULUAN

Kebutuhan komponen elektronika meningkat dengan bertambah luasnya jaringan televisi, telepon selular (*handphone*) selain alat komunikasi bertambah juga kebutuhan alat hiburan *audio* dan *video*.P3FT-LIPI telah meneliti bahan magnet dari awal berdirinya pada awal tahun tujuh puluhan [1,2,3]. Dari literatur komponen elektronika untuk micro wave yang termasuk keramik ada 2 kategori ialah jenis ferit untuk sirkulator, dan bahan dielektrik (titanat, zirconat) untuk bahan resonator [4]. Circulator untuk "*wave guide*" telah banyak diganti dengan bentuk miniaturnya ialah dengan digantinya *wave guide* dengan sistem *3-probe* dan "*strip line*" serta "*junction circulator*" yang tertera pada Gambar 1. Ada dua bahan magnet yang digunakan dalam sirkulator itu ialah magnet keramik permanen dan ferit yang mengapit konduktor penyalur gelombang micro itu, lebih lanjut tentang circulator dapat diperoleh diliteratur lain [4]. Untuk acuan dipilih sirkulator yang biasa digunakan dalam jaringan pemancar TV, bahan dan karakteristiknya diuji dengan alat yang sesuai untuk itu. Ferit untuk circulator ialah ferit garnet Yiterium Iron Garnet (YIG) yang selalu mengandung Yiterium atau tanah jarang Gadolinium (Gd), Lantanum (La) Neodinium (Nd) dan sebagainya [5]. Tanah jarang di bumi Indonesia banyak diketemukan pada sisa penambangan timah di Pulau Bangka, Pulau Singkep. Tujuan penelitian ialah membuat ferit untuk gelombang micro, pengolahannya serta pengujian karakteristiknya.

TATA KERJA

Percobaan dimulai dengan cara "*reverse engineering*" bila mungkin dilanjutkan dengan pencarian komposisi bahan-bahan yang lain dan proses baru. Pada mulanya diuji ferit acuan YIG dengan XRF. Bahan baku yang digunakan pada percobaan ini adalah : serbuk Fe_2O_3 (pa Merck) , GdO (pa Merck) dan Y_2O_3 (pa Merck). Kemudian mencoba memproses secara metalurgi serbuk, dengan cara pencampuran kering bahan baku yang telah ditimbang, kemudian digerus, diayak, lalu dibakar pada 1100 °C (Kalsinasi), diayak lagi lolos 400 mesh dan dicetak, selanjutnya dibakar akhir (sintering) pada suhu 1350 °C, 1450 °C dan ditahan 3, 5, 8 jam [6]. Untuk melihat perkembangan reaksi pembentukan fasa YIG, dan meneliti ukuran butir dan ukuran porinya dilakukan dengan *Photo Metallography*. Fasa ferit yang telah disinter dianalisa dengan XRF. Alternatif lain, dicoba proses pencampuran dengan media air pada awal pembuatan serbuk. Proses selanjutnya sama dengan proses metalurgi serbuk.

Metoda pengujian sirkulator untuk menentukan *isolation* maupun *insertion loss* ditunjukan pada diagram berikut ini :



Untuk pengujian *isolation*, input dimasukan dari arah *port* 3, sedangkan untuk pengujian *insertion loss*, input masuk dari *port* 1.

Isolation adalah perbandingan daya signal yang masuk dari output terhadap yang diukur di input setelah melalui isolator dalam arah terbalik. Ratio ini dinyatakan dalam decibel (yang baik 20 dB , VSWR = 1). Sedangkan *Insertion loss* adalah perbandingan signal output terhadap input, dinyatakan dalam decibel, dengan signal dimasukan dari input. Pengukuran sama dengan cara pengukuran *isolation* dan *port* ketiga berakhir dengan load yang *match* (sejodoh) agar tidak ada refleksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sirkulator acuan buatan TDK diuji karakteristiknya dengan *circuit analyzer* dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3. *Insertion loss, isolation bandwidth*, ada pada lembaran itu, sirkulator dibuka YIG diuji struktur fasa yang tidak dikenal atau dengan lain perkataan YIG tidak 100 % berfasa garnet. Untuk percobaan awal dibuat YIG dengan komposisi :

1. $Y_3Fe_5O_{12}$
2. $Y_{2,25}Gd_{0,75}Fe_5O_{12}$
3. $Y_{1,25},Gd_{1,65}Fe_5O_{12}$
4. $Y_{0,75}Gd_{2,25}Fe_5O_{12}$

Keempat sampel disinter pada 1350 °C dan 1450 °C, dan desitas maksimum 4,111 g/cm^3.

Sampel $Y_3Fe_5O_{12}$ yang telah disinter1450 °C, 5 jam dianalisa dengan XRF, dan fasa yang terbentuk ~ 80 % garnet (Gambar 9b.). Sebagai pembanding dianalisa juga sampel ferit standar dengan XRF, dan hasilnya ditunjukan pada Gambar 9a. Besar butiran dan pori dari sampel $Y_3Fe_5O_{12}$ yang telah disintering 1450 °C diamati dengan foto metallography. Terbukti dari ketiga foto yang dihasilkan (Gambar 4,5,6) menunjukan bahwa butiran yang paling homogen dan kecil serta porinya sedikit ialah pembakaran 1450 °C 5 jam. Pembakaran 3 jam belum menghilangkan pori-pori, pembakaran 8 jam membentuk ukuran butiran tidak homogen , ada yang tumbuh jadi besar dan pori cukup banyak. Setelah ferit (sampel $Y_3Fe_5O_{12}$) dibuat sama dimensinya dengan ferit acuan, yaitu disintering pada suhu 1450 °C, selama 5 jam, lalu dimasukkan kedalam circulator dan karakteristiknya diuji seperti yang ditunjukan pada Gambar 7 dan 8 , dan hasilnya masih belum memuaskan. Kemungkinan besar disebabkan oleh pori-pori yang belum dapat dieliminasikan, oleh karena itu dicoba alternatif proses kedua. Proses kedua bertujuan membuat YIG dengan pori yang minimal, densitas maksimal, dan pengaruh penambahan alumina dan Gd, komposisi yang dibuat ialah :

1. $Y_3Fe_5O_{12}$
2. $Y_{3-3x}Gd_{3x}.Fe_5O_{12}$
3. $Y_3Fe_{5-5y}Al_{5y}O_{12}$
4. $Y_{2,7}Gd_{0,3}Fe_{5-5y}Al_{5y}O_{12}$

Semua sampel tersebut disinter pada suhu yang berbeda dengan sampel sebelumnya yaitu pada suhu 1370 dan 1470 °C selama 1 jam, hasil proses sintering diuji dengan XRD, dan densitas diuji dengan metoda *Archimedes*, hasil uji densitas ditunjukan pada Gambar 10a, b, dan c. Polarisasi magnet diuji dengan *Permagraph* dan hasilnya pada Gambar 10 d, dan e. Densitas YIG yang diproses dengan metode basah (cara kedua) dan disinter pada suhu 1470 °C selama 1 jam, dan pada umumnya mempunyai densitas diatas 4 gram/cm^3. Pada Gambar 10a, Ion Al^{3+} yang menggantikan Fe^{3+} menghasilkan densitas yang bertambah sebanding dengan penambahan ion Al^{3+} itu. Gambar 10.b dimana ion Y sebagian diganti Gd dan ion Al^{3+} menggantikan ion Fe^{3+} ternyata densitasnya menurun dengan penambahan ion Al^{3+}. Kemungkinan besar disebabkan ion Gd^{3+} lebih dominan dari pada ion Al^{3+} untuk pembakaran 1470 °C. Adanya ion Gd^{3+} terlihat menghasilkan penurunan nilai densitas dengan meningkatnya suhu sintering seperti yang terlihat pada Gambar 10c. Pada Gambar 10d menunjukan bahwa polaritas magnetik j cenderung turun dengan penambahan ion Al^{3+} pada suhu sintering 1470 °C dan nilai j sampel tersebut lebih besar dari pada sampel yang disintering suhu 1370 °C. Begitu pula bila ion Fe^{3+} diganti Al^{3+} dan ion Y^{3+} diganti Gd, menunjukan nilai j akan berkurang dengan penambahan ion Al^{3+} [5].

KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa telah dihasilkan ferit kepingan untuk circulator yang belum memenuhi syarat penggunaannya, kemungkinan besar disebabkan oleh proses pertama yang walaupun fasa garnet telah terbentuk tetapi butiran belum kecil dan belum homogen masih terlalu banyak pori. Usaha untuk mengurangi pori yang terbentuk melalui proses basah telah cukup meningkatkan densitasnya. Ternyata suhu sintering untuk YIG yang mengandung ion Al^{3+} baik pada 1470°C (Gambar 10a), untuk YIG yang mengandung Gd cukup 1300°C (Gambar 10 c). Untuk proses basah sampel yang dibuat ukurannya tidak sesuai dengan circulator yang ada jadi belum diuji unjuk kerja dalam gelombang mikro.

Vol. 2 No. 1, Oktober 2000, hal : 18 - 20
ISSN : 1411-1098

DAFTAR ACUAN

[1]. ....., *"Magnetisasi Jenuh Suasa CO_2 Mnx Ti (1-x)$_2$"*, *Proceedings Simposium Fisika Nasional V* (1976).

[2]. ....."*Pembuatan Cuplikan Suasa Heusler untuk Difraksi Neutron dan Magnetisasi Jenuh di dalam Tungku Busur Argon, Proceeding Seminar Fisika, Instrumentasi Nuklir dan Produksi Isotop*, BATAN, Bandung, (1977).

[3]. ....."*Pengukuran Susceptibilitas Magnet beberapa batu bara di Indonesia, Proceeding Simposium Fisika Nasional VI*, (1978).

[4]. LINKHART DK, *Microwave Circulator Design*, Artech House Inc., Norwood MA (1982).

[5]. GILLEO. MA., *Ferromagnetic Insulators : Garnet Ferromagnetic Materials,* Vol. 2, Wohlfarth edition, Elsevier, North-Holland (1980).

[6]. SYONI SOEPRIYANTO, KARYANTO, HANS KS., *Proceedings, Workshop Industri Keramik Indonesia*, Puslit Energi & Material, ITB, Bandung, (1996).