

NANOÖLÇÜLÜ (Zn-Ni) FERRİTLƏRİNİN ELEKTRİK VƏ MAQNİT XASSƏLƏRİ

G.Z. İSKƏNDƏROVA

Fizika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

gunay_080881@mail.ru

Ş.Ə. İBRAHİMOVA

Azərbaycan Dövlət Bədən Tərbiyəsi və İdman Akademiyası

Ferrit nanokristallarının alınmasının müxtəlif texnoloji üsulları, onların elektrik, dielektrik, maqnit xassələrinin, hissəciklərin ölçülərindən asılılığının tədqiqi üsulları icmal şəklində təqdim olunmuşdur.

Açar sözlər: elektrik keçiriciliyi, dielektrik nüfuzluğu, maqnit xassələri, elektromaqnit enerjisi.

PACS: 41.20Gz;42.72Ai

Geniş praktik əhəmiyyətə malik olan ferrit materialların öyrənilməsinə maraqlı bu materialların müasir texnologiyada tətbiqinin artması hesabına aktual olaraq qalmaqdadır. Ferritlər maqnit materialları kimi radio-texnikada, elektronikada, avtomatlaşdırmada, hesablama texnikasında (elektromaqnit dalğalarının ferrit absorberləri, antenalar, nüvələr, yaddaş elementləri, daimi maqnitlər və s.) istifadə olunur. Ferritlər həm tətbiqi, həm də nəzəri cəhətdən vacib materiallardır. Hazırda yüksək maqnit xassələri ilə aşağı elektrik keçiriciliyinin birləşməsi səbəbindən ferritlər yüksək tezlikli texnologiyada (100 kHz-dən çox) geniş istifadə olunur.

Ferritlərin əsas üstünlüyü, maqnit və dielektrik sabitlərin yüksək dəyərlərinin birləşməsi səbəbindən meqahers dalğa uzunluğu diapazonunda yüksək sındırma əmsalındır (1000-dən çox), bu da kiçik qalınlıqda effektiv radiouducu örtüklər istehsal etməyə imkan verir (10mm-dən az). Tədqiqatlar göstərir ki, ferritin səthindən əks olunan elektromaqnit şüalarının gücünün zəifləməsi həm müdaxilə prosesləri, həm də ferritdə yayılma zamanı elektromaqnit enerjisinin səpilmə prosesləri ilə əlaqədardır. Meqahers diapazonunda sındırma əmsalı ilə elektromaqnit şüalanma tezliyi arasında tərs mütənəsb əlaqə ferrit örtüklərinin sabit qalınlığında əks olunan şüalanmanın minimum olması üçün şərait yaradır. Yüksək sındırma əmsalı ferritlərdə elektromaqnit dalğalarının yayılma sürətini ləngidir, bu da onların enerjisinin yayılması proseslərini gücləndirir. Ferritlərin əsas kimyəvi tərkibinin, aşqarların, mikrostruktur parametrlərinin və texnoloji şəraitin onların maqnit və dielektrik sabitliklərinə təsiri haqqında tədqiqatlar təqdim olunur.

Ferritlərin alınması üçün ilkin komponent olaraq oksidlər, hidrokisidlər, oksalat və karbonatlar (bəzən onları məhlulda birgə çökdürürlər) və yaxud duzlarının (nitratlar, sulfatlar, ikiqat sulfatlar) buxarlanması ilə alınan tərkiblərdən istifadə olunur. Həll olan ferritlər üçün natriumun karbonat və ya hidrokisid, həmçinin ammonium xlorid məhlullarının hidrotermal işləmələrindən istifadə olunur. Metal ferritlərin məlum sintez üsulları aşağıdakılardır: yüksəktemperaturlu hidrotermal işləmə və həmçinin uyğun tərkib hissələrinin bişirilməsidir ki, bu zaman çox böyük enerji sərf olunur. Ferritlərin formalaşmasının son mərhələsində bərk

fazaların qarşılıqlı təsirinin sürətini yüksəltmək məqsədi ilə, son zamanlar termiki üsulla yanaşı, reaksiya qarışığına mexaniki, ultrasəs təsiri ilə, yaxud müxtəlif digər fiziki vasitələrin təsiri ilə işlər aparılır. Ultra yüksək tezlikli elektromaqnit sahəsində ferritlərin alınması enerji və vaxt baxımından daha perspektivlidir.

$Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ferritləri son illər böyük elmi maraqlı kəsb edir. Ferritlərin xarakteristik xüsusiyyəti onların bir-biri ilə dolaylı mübadilə qarşılıqlı təsirində olan 2 maqnit alt qəfəsə malik olmalarıdır (hər bir alt qəfəsin atomları arasındakı dipol qarşılıqlı təsir müxtəlif alt qəfəslərin atomları arasındakı dipol qarşılıqlı təsirdən daha azdır). Bu ferritlərin öyrənilmiş tərkiblərinin digər xüsusiyyəti, simmetriya dəyişmədən çevrilmiş şpinel quruluşdan ($NiFe_2O_4$) normal şpinel quruluşu ($ZnFe_2O_4$) tədricən keçməsidir və bu zaman ferromaqnit düzülüşdən antiferromaqnit düzülüşə keçid müşahidə olunur [1].

Qeyd edək ki, tərkibdə sinkin miqdarı artdıqca, ferritlərin maqnit nüfuzluğu artır ($ZnFe_2O_4$ üçün $\mu H=55$), $Ni_{0.28}Zn_{0.72}Fe_2O_4$ tərkibində maksimuma çatır ($\mu H=4200$) və sonra kəskin azalır. Polikristal $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ nümunələrinin kiçik bucaqlı neytron səpilməsinə dair aparılan tədqiqatlara həsr olunmuş məqalələrdə adi keramika texnologiyası ilə sintez edilmiş bu ferritlərin $x=0.75$ konsentrasiyasında 0.60, 0.68 konsentrasiyalarında aşağı temperaturalarda qeyri-kollinear maqnit struktur üçün xarakterik olan yüksək sahə qavrayıcılığı qeydə alınır. $T=4.2K$ temperaturda bu tərkiblərdə maqnit momentlərinin z -proyeksiyalarının maqnit qeyri-bircinsliyinin (orta ölçü: 1-10nm) əmələ gəlməsi nəticəsində kiçik bucaqlı intensiv neytron səpilməsi müşahidə olunur. $Ni_{0.4}Zn_{0.6}Fe_2O_4$ ferritləri Küri temperaturundan aşağı bütün temperaturalarda qəfəslərə və qəfəslərdə mübadilə qarşılıqlı təsirlərin rəqabəti nəticəsində yaranan qeyri-bircins struktura malikdir. Eyni zamanda, qeyri-bircins maqnit struktur bu ferritlərdə uzununa dalğa maqnit həyəcanlanma vəziyyətinin sıxlığının artmasına səbəb olur. Messbauer spektrlərinin tədqiqlərindən göründüyü kimi, $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ -ferritlərinin struktur analoqu olan maqnetit nanotozlarında (dənəciklərin ölçüsü ~15-45 nm) zəif maqnit faza mövcuddur.

[2] işində müəlliflər tərəfindən keramika üsulu ilə kiçik konsentrasiyalı Cu əvəzləməli $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ferrit materiallar sintez olunub və tədqiq edilmişdir. Ferritlərə Cu ionunun əlavəsi daha aşağı temperaturlarda kompozit almağa imkan verir, ancaq Cu ionu nümunələrin xüsusi müqavimətini aşağı salır ki, bu da onların yüksək tezliklərdə istifadəsi üçün əlverişsizdir. Ona görə də, lazım olan xüsusiyyətlərə malik material hazırlamaq üçün, Ni, Zn və Cu-un miqdarı nisbəti, onların məxsusi xüsusiyyətləri nəzərə alınmalıdır. [2] işdə Cu əvəzləməsinin $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ -ferritin mikrostrukturuna təsiri müxtəlif eksperimentlərlə tədqiq edilmişdir. Sintez olunmuş $Ni_{0.4}Zn_{0.6-x}Cu_xFe_2O_4$ ($x=0-0.6$) -ferrit nümunələrinin rentgen faza analizi səthə mərkəzləşmiş bir fazalı kubik strukturun formalaşmasını təsdiq edir. Müşahidə olunan bütün maksimumlar $Fd3m-O_h^7$ fəza simmetriya quruluşuna malik şpinel strukturlu ferritlərin rentgen spektrlərinə xarakterikdir.

$Ni_{0.4}Zn_{0.6-x}Cu_xFe_2O_4$ ferritlərinin qəfəs parametrləri hesablanmış və müəyyən olunmuşdur ki, Cu^{2+}

ionunun konsentrasiyasının artması qəfəs parametrinin 8.3963 Å-dən 8.3425 Å qədər azalmasına səbəb olur.

Ədəbiyyat icmalının təhlili nəticəsində demək olar ki, ferritlər və onlardan hazırlanmış məmulatlar digər maqnit materiallarından fərqli olaraq radioelektronika və kompüter texnologiyasında daha geniş istifadə olunur. Ferrit məmulatları əksər hallarda digər materiallardan hazırlanmış məhsulları effektiv şəkildə əvəz edə bilər, ancaq onlar heç bir başqa materiala xas olmayan bir sıra unikal fiziki-kimyəvi, maqnit və elektrik xüsusiyyətlərinə malikdirlər. Ferrit məhsullarının hesablamada istifadəsi yaddaş qurğularının və kommutasiya cihazlarının əhəmiyyətli dərəcədə miniatürləşdirilməsinin mümkünlüyü səbəbindən hesablama prosesini əhəmiyyətli dərəcədə sürətləndirir, bu da öz növbəsində daha dəqiq xüsusiyyətlərə malik ferrit məmulatları istehsalına tələbatı artırır.

Bütün deyilənlərdən belə nəticə hasil olur ki, ferrit materialların alınmasını, xassələrini və xassələrini dəyişdirmə yollarını öyrənmək hələ də aktual məsələ olaraq qalır.

[1] *A.Ə.Sadiqova, Ş.Ə.Əhmədova, Ş.N.Əliyeva, T.R.Mehdiyev.* $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ferrit nanotozlarının İQ spektrləri. AJP Fizika 2018 volume XXIV №1, section: Az, s.26-32

[2] *İ.F.Yusibova.* Cu əvəzləməli Ni-Zn ferritlərinin struktur xüsusiyyətləri. AJP Fizika 2020 volume XXVI №2, section: Az, s.44-49

G.Z. Iskandarova, S.A. Ibrahimova

ELECTRICAL AND MAGNETIC PROPERTIES OF NANOSIZED (Zn-Ni) FERRITES

The review presents various technological methods for producing ferrite nanocrystals, methods for studying their electrical, dielectric, magnetic properties, and dependence on particle sizes.

Г.З. Искандарова, Ш.А. Ибрагимова

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОРАЗМЕРНЫХ (Zn-Ni) ФЕРРИТОВ

В виде обзора представлены различные технологические методы получения нанокристаллов феррита, методы исследования их электрических, диэлектрических, магнитных свойств, зависимости от размеров частиц.

Qəbul olunma tarixi: 07.12.2023