

Винахід відноситься до технології феритових монокристалічних плівок и може бути використаний для виготовлення пленаарних НВЧ-приладів см- і мм-діапазонів.

Відомо, що часткове заміщення іонів ітрію  $Y^{3+}$  іонами лантану  $La^{3+}$  в залізо-ітрієвих гранатах (ЗІГ) та підбір матеріалу підкладки і режимів росту приводить до покращення магнітних властивостей плівок, зокрема, до зменшення ширини лінії феромагнітного резонансу (ФМР) (J. Appl. Phys. - 1980. - V.2 - №2 - P.189 - 191).

Проте підвищення намагніченості насичення таким шляхом не досягається.

Відомо, що присутність іонів скандію  $Sc^{3+}$  в об'ємних феритових гранатах призводить до підвищення їх намагніченості (S. Geller et al. Intrablatlattice magnetic interactions in behavior of substituted YIG // The Bell System. Techn. J. - 1964. - V.43. - P.565 - 623).

Проте плівкові ферогранатові структури з вмістом скандію підвищеної намагніченості відсутні.

Найбільш близьким до запропонованого винаходу є спосіб вирощування епітаксійних плівок лантан-заміщеного залізо-ітрієвого гранату методом рідкофазної епітаксії, що включає занурення підкладки з галій-гадолінієвого гранату (ГГГ) в перенасичений розчин-розплав суміші феритоутворюючих окислів  $Fe_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ ,  $La_2O_3$  і розчинника  $PbO$ ,  $B_2O_3$  і вирощуванні плівок при заданих режимах (Nemiroff M., Yue H. La: YIG Disks on GGG substrates for microwave applications. - IEEE Trans. Magn. - 1977 - V.13 - №5. - P.1238 - 1240).

Однак намагніченість насичення одержаних плівок не перевищує намагніченості насичення незаміщеного ЗІГ - 1750Гс, а це обмежує діапазон робочих частот НВЧ приладів на їх основі та звужує їх номенклатуру.

В основу винаходу поставлене завдання створення способу вирощування епітаксійних плівок заміщеного залізо-ітрієвого гранату з підвищеною намагніченістю насичення методом рідкофазної епітаксії, в якому добавка у вихідну суміш нового компоненту і зміна співвідношення вихідних феритоутворюючих окислів, а також підбір технологічних режимів дозволили б виростити епітаксійні плівки з покращеними магнітними властивостями та, зокрема, з підвищеною намагніченістю насичення.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі вирощування епітаксійних плівок заміщеного залізо-ітрієвого гранату методом рідкофазної епітаксії, що включає занурення підкладки з ГГГ в перенасичений розплав суміші феритоутворюючих окислів  $Fe_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ ,  $La_2O_3$  і розчинника  $PbO$ ,  $B_2O_3$ , і осадження плівок при заданих режимах, згідно винаходу, в склад суміші додають  $Sc_2O_3$  і вміст окислів в суміші беруть (мол.%)  $PbO$  - 81,021;  $B_2O_3$  - 5,184;  $Fe_2O_3$  - 13,265;  $Y_2O_3$  - 0,414;  $La_2O_3$  - 0,0276;  $Sc_2O_3$  - 0,0883, при цьому температуру вирощування задають 960 - 968°C температуру переохолодження 10 - 20°C, швидкість вирощування 0,1 - 0,6мкм/хв., швидкість обертання підкладки 80об./хв.

Заданий склад феритоутворюючих окислів у вихідній суміші, тобто певне співвідношення між іонами  $Fe^{3+}$ ,  $Y^{3+}$ ,  $La^{3+}$ ,  $Sc^{3+}$  забезпечує високі магнітні та резонансні властивості плівок, зокрема, ширину лінії ФМР на рівні  $2\Delta H \sim 0,7E$ . Від вмісту  $Sc$  залежить як параметр кристалічної решітки плівки, так і величина намагніченості насичення, яка при заданому вмісті є максимальною і досягає  $4\pi Ms = 2170Gc$ . Заданий вміст окислів, крім цього, забезпечує достатні механічні властивості плівок, їх товщину і придатність для роботи в НВЧ-приладах.

Приведені технологічні режими є оптимальними для приведеного складу вихідної суміші. Температура вирощування (960 - 968°C), температура переохолодження (10 - 20°C), швидкість вирощування (0,2 - 0,6мкм/хв.), швидкість обертання підкладки (80об./хв.) забезпечують досконалу структуру плівок та їх товщину до 10мкм. Морфологія поверхні плівок впливає теж і на однорідність магнітних властивостей плівок. Тут значну роль відіграють температури вирощування і переохолодження, які можуть змінювати як параметр решітки, так і в невеликій мірі намагніченість насичення. Діапазон зміни вказаних режимів приводить до неоднорідності по товщині плівок 6 - 8%, по ширині лінії ФМР 9 - 12%, намагніченості насичення 2 - 4%, що відповідає вимогам методу рідкофазної епітаксії.

Спосіб вирощування епітаксійних плівок заміщеного залізо-ітрієвого гранату методом рідкофазної епітаксії включає занурення підкладки з ГГГ в перенасичений розплав суміші феритоутворюючих окислів  $Fe_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ ,  $Sc_2O_3$  та  $La_2O_3$  і розчинника  $PbO$ ,  $B_2O_3$ , які беруть в такому співвідношенні (мол.%)  $PbO$  - 81,021;  $B_2O_3$  - 5,184;  $Fe_2O_3$  - 13,265;  $Y_2O_3$  - 0,414;  $La_2O_3$  - 0,0276;  $Sc_2O_3$  - 0,0883, при цьому температуру вирощування задають 960 - 968°C, температуру переохолодження 10 - 20°C, швидкість вирощування 0,2 - 0,6мкм/хв., швидкість обертання підкладки 80об./хв і осаджують плівки.

Приклад конкретного виконання.

Для вирощування плівок використовували автоматизовану установку фірми LPAI "Garnet-3". Керування технологічним процесом здійснюють комп'ютером. Підкладки ГГГ були одержані методом Чохральського, їх діаметр складав 50,8 та 76,2мм. Вихідну суміш речовин завантажують в платиновий тигель, їх маса складала (г):  $PbO$  - 6558;  $B_2O_3$  - 131,14;  $Fe_2O_3$  - 768,50;  $Y_2O_3$  - 34,185;  $La_2O_3$  - 3,2883,  $Sc_2O_3$  - 4,4245. Після наплавки, гомогенізації розплаву і відробки підпрограми зниження температури, в держак заправляють підкладку і здійснюють ріст. Режим опускання передбачає 2 зупинки. Протягом всього часу вирощування (до 50хв.) здійснюють реверсивне обертання підкладки з швидкістю 80об./хв. і періодом реверса 2 - 10с. Точність підтримання температури 0,1°C. Після закінчення процесу вирощування тримач підкладки піднімають з розплаву, розкручують з частотою - 200об./хв. для усунення з поверхні плівки залишків розплаву, а згодом плівку промивають в 50% - их розчинах оцтової та азотної кислоти.

Намагніченість насичення визначали з допомогою приладу для вимірювання петлі гістерезису фірми LAS (Франція). Одержані значення параметра  $4\pi Ms$  перевищували відповідні значення в плівках ЗІГ більш ніж на 25%.