

ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ ВХОДНОГО СИГНАЛА НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ
ПОВЕРХНОСТНЫХ МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЛН В ПЛЁНКАХ
ЖЕЛЕЗО-ИТТРИЕВОГО ГРАНАТА НА ПОДЛОЖКАХ КРЕМНИЯ

В. К. Сахаров¹, Ю. В. Хивинцев^{1,2}, С. Л. Высоцкий^{1,2}, А. И. Стогний³,
Г. М. Дудко¹, Ю. А. Филимонов^{1,2}

¹Саратовский филиал ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
Россия, 410019 Саратов, ул. Зелёная, 38

²Национальный исследовательский Саратовский государственный университет
Россия, 410012 Саратов, ул. Астраханская, 83

³Научно-практический центр НАНБ по материаловедению
Беларусь, 220072 Минск, ул. П. Бровки, 19

E-mail: valentin@sakharov.info, khivintsev@gmail.com, vysotsl@gmail.com,
stognij@ifftp.bas-net.by, dugal_2010@hotmail.com, yuri.a.filimonov@gmail.com

Интерес к изучению плёнок железо-иттриевого граната на подложках кремния обусловлен совместимостью процесса их изготовления с полупроводниковыми технологиями, что делает возможной интеграцию на одном чипе устройств магноники и электроники. Однако особенности распространения спиновых волн в плёнках железо-иттриевого граната на полупроводниковых подложках, в частности, с ростом входной мощности сигнала, остаются слабоизученными.

В данной работе при помощи векторного анализатора цепей и СВЧ зондовой станции было исследовано влияние мощности входного сигнала на распространение поверхностных магнитостатических волн (ПМСВ) в макете типа линия задержки на основе плёнки железо-иттриевого граната на кремниевой подложке, полученной ионно-лучевым распылением.

Обнаружено, что характер зависимости мощности выходного сигнала ПМСВ (P_{out}) от уровня падающей мощности (P_{in}) существенно определяется положением частоты ПМСВ относительно частоты f_{max} , соответствующей максимуму прохождения ПМСВ в спектре передачи макета. Для частот $f > f_{max}$ зависимость $P_{out}(P_{in})$ демонстрирует спад с ростом мощности, тогда как на частотах $f < f_{max}$ наблюдается максимум, что качественно отличается от характера зависимостей $P_{out}(P_{in})$ для случая эпитаксиальных пленок железо-иттриевого граната на подложках гадолиний-галлиевого граната.

Указанная особенность связывается с более высоким (на два порядка) уровнем затухания спиновых волн в пленках железо-иттриевого граната на подложках кремния, по сравнению с эпитаксиальными структурами «железо-иттриевый гранат–гадолиний-галлиевый гранат». В результате в пленках железо-иттриевого

граната на подложках кремния пороги параметрической неустойчивости ПМСВ существенно возрастают, и на характер зависимости $R_{out}(Pin)$ оказывает заметное влияние сдвиг спектра ПМСВ «вниз» по частоте, связанный с влиянием эффектов динамического размагничивания и термического нагрева пленки СВЧ-мощностью волны. Указанный эффект необходимо учитывать при определении порога параметрической неустойчивости спиновых волн в пленках железо-иттриевого граната на подложках кремния.

Ключевые слова: поверхностные магнитостатические волны, спиновые волны, параметрические процессы, динамическое размагничивание, плёнки железо-иттриевого граната.

DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-1-35-51

Ссылка на статью: Сахаров В.К., Хивинцев Ю.В., Высоцкий С.Л., Стогний А.И., Дудко Г.М., Филимонов Ю.А. Влияние мощности входного сигнала на распространение поверхностных магнитостатических волн в плёнках железо-иттриевого граната на подложках кремния // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2017. Т. 25, No 1. P. 35–51.

INFLUENCE OF INPUT SIGNAL POWER ON MAGNETOSTATIC SURFACE WAVES PROPAGATION IN YTTRIUM-IRON GARNET FILMS ON SILICON SUBSTRATES

V. K. Sakharov¹, Y. V. Khivintsev^{1,2}, S. L. Vysotskii^{1,2}, A. I. Stognij³, G. M. Dudko¹, Y. A. Filimonov^{1,2}

¹Kotel'nikov IRE RAS, Saratov branch
Zelenaya str., 38, 410019 Saratov, Russia

²National Research Saratov State University
Astrakhanskaya, 83, 410012 Saratov, Russia

³Scientific-practical materials research centre, NASB
P. Brovki str., 19, 220072 Minsk, Belarus

E-mail: valentin@sakharov.info; khivintsev@gmail.com; vyotsl@gmail.com;
stognij@ifftp.bas-net.by; dugal_2010@hotmail.com; yuri.a.filimonov@gmail.com

Yttrium iron garnet (YIG) films on silicon substrates (Si) are of a great interest due to compatibility of their fabrication with semiconductor technologies and, thus, possible integration of magnonic and electronic devices on one chip. However, features of spin wave propagation in YIG films on semiconductor substrates remain almost unexplored.

In this work with the help of network analyzer and microwave probe station we investigate the influence of input signal power on propagation of magnetostatic surface waves (MSSW) in the delay line structures based on YIG/Si films deposited by ion-beam evaporation.

It is shown that dependence of output MSSW power (P_{out}) on input power level (P_{in}) is determined by the position of MSSW frequency relative to the frequency f_{max} corresponding to the maximum of MSSW transmission spectrum. For frequencies $f > f_{max}$ the dependence $P_{out}(P_{in})$ monotonically decreases with input power growth while at frequencies $f < f_{max}$ it has the maximum. Such behavior is qualitatively different from the dependences $P_{out}(P_{in})$ of epitaxial YIG films on substrates from gadolinium-gallium garnet (GGG).

We assume that described features result from the higher damping level (two orders greater) of spin waves in YIG/Si films comparing to the epitaxial YIG/GGG structures. As a consequence, thresholds of MSSW parametric instability considerably increase, MSSW spectrum shifts towards the lower frequencies because of dynamic demagnetization and thermal heating induced by microwave power of propagating wave. In turn, this shift strongly influences the behavior of $P_{out}(P_{in})$ dependence. Thus, the described effect should be considered for the identification of true thresholds of parametric instability of spin waves in YIG/Si films.

Keywords: magnetostatic surface waves, spin waves, parametric processes, dynamic demagnetization, yttrium-iron garnet films.

DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-1-35-51

Paper reference: Sakharov V.K., Khivintsev Y.V., Vysotskii S.L., Stognij A.I., Dudko G.M., Filimonov Y.A. Influence of input signal power on magnetostatic surface waves propagation in yttrium-iron garnet films on silicon substrates. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2017. Vol. 25. Issue 1. P. 35–51.