

05.2; 09

© 1990

## ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИН ГЕКСАФЕРРИТА БАРИЯ

Ю.Ф. О г р и н, И.И. П е т р о в а,  
В.Г. Г а й в о р о н

При исследовании спектра электромагнитных возбуждений в пластинках одноосных ферритов необходимо учитывать тип и параметры реальной доменной структуры (ДС), т.к. размагничивающие поля доменов могут существенно повлиять на вид дисперсионных кривых возбуждаемых волн. Способ теоретического рассмотрения этого влияния в большой степени зависит от соотношения длины волны ( $\lambda$ ) и размера доменов ( $D$ ). Например, в случае  $\lambda \gg D$  при расчете спектра магнитостатических волн в пластинках феррита с полосовой доменной структурой (ПДС) использовался метод усреднения тензора магнитной восприимчивости ( $\hat{\mu}$ ) по доменам [1]. На практике величина  $D$  зависит от множества факторов и может иметь значения, отличающиеся от случая к случаю на порядки. В работе [2] экспериментально показано, что ДС монокристаллических пластин гексаферрита бария (ГФБ) с легкой осью, нормальной к плоскости, и толщиной 1–20 мкм в зависимости от величины направления внешнего магнитного поля ( $\vec{H}$ ) может быть цилиндрической, лабиринтной или полосовой, причем размеры  $D$  не превышают нескольких микронов. Для таких пластин условие  $\lambda \gg D$  выполняется с большим запасом, т.е. реально возбуждаемые волны (электромагнитного и спинового характера) в пластинках одноосных ферритов в миллиметровом диапазоне СВЧ имеют длину не менее сотен микрон [3]. В настоящее время обозначился интерес исследователей к применению поликристаллических пластин одноосных ферритов в качестве вслноведущих систем в миллиметровом диапазоне длин волн [4]. Данных о доменной структуре таких пластин различной толщины не имеется. Вместе с тем кристаллографическая разориентировка кристаллитов в таких материалах и наличие межкристаллитных границ могут быть определяющими факторами при зарождении ДС.

В данной работе сообщается о результатах наблюдения ДС поликристаллических полированных пластин ГФБ толщиной 0.1–0.7 мм и легкой осью, лежащей в плоскости пластин. Параметры материала: поле анизотропии –  $\approx 12.5$  кэ, намагниченность насыщения –  $\approx 3.2$  кГс.

Исследуемые пластины с легкой осью, лежащей в плоскости пластин или нормально к ней, вырезались из шайб ГФБ диаметром 30–40 мм и толщиной  $\approx 3$ –5 мм, изготовленных по стандартной

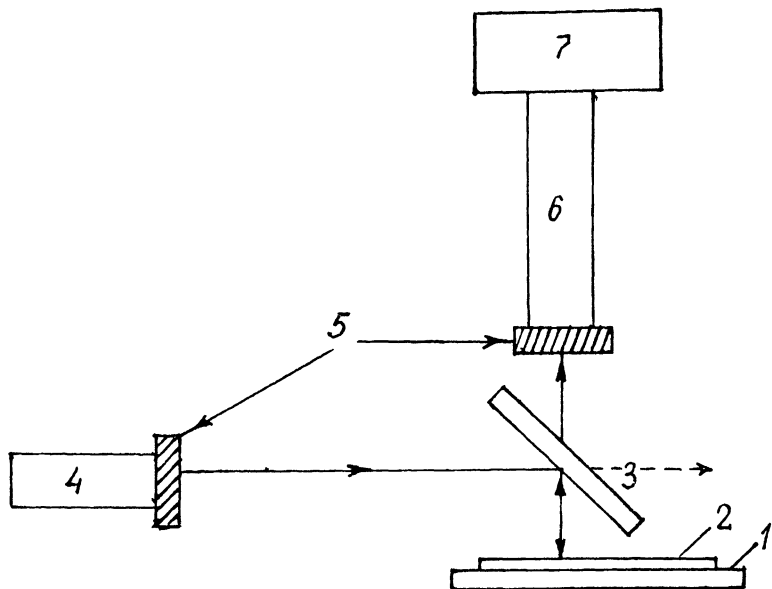


Рис. 1. Схема эксперимента по наблюдению доменной структуры в пластинах гексаферрита бария. 1 - пластина гексаферрита, 2 - висмутсодержащая пленка феррит-граната, 3 - полупрозрачное зеркало, 4 - осветитель, 5 - поляриды, 6 - микроскоп, 7 - фотоаппарат.

технологии получения поликристаллических ферритов. При этом легкая ось шайб была направлена нормально к их плоскости. Кристаллографическая текстура изготовленных шайб составляла 70-80%.

Наблюдение ДС в пластинах ГФБ толщиной 0.1 мм и более непосредственно методом эффекта Фарадея не представляется возможным из-за непрозрачности пластин, поэтому в работе использовался метод магнитооптической визуализации с помощью висмутсодержащих пленок феррит-граната [5]. Схема эксперимента показана на рис. 1. Принцип метода заключается в наблюдении наведенной (пластиной ГФБ) доменной структуры висмутсодержащей пленки феррит-граната, обладающей сильным эффектом Фарадея и достаточной прозрачностью.

На рис. 2 представлена фотография ДС ( $H=0$ ) пластины ГФБ толщиной 0.4 мм. Характерным для образцов такой толщины является полосовой вид ДС (мелкая лабиринтная структура является собственной ДС висмутсодержащей пленки). В отличие от классических ПДС монокристаллических ферритовых пластин представленная ПДС не является строгопериодической и имеет значительную неравномерность ширины домена вдоль его длины. Второе отличие



Рис. 2. Доменная структура пластины гексаферрита бария (толщиной 0.4 мм) с легкой осью, лежащей в плоскости пластины. Размер поля зрения поперек полосовых доменов составляет  $\approx 3$  мм.

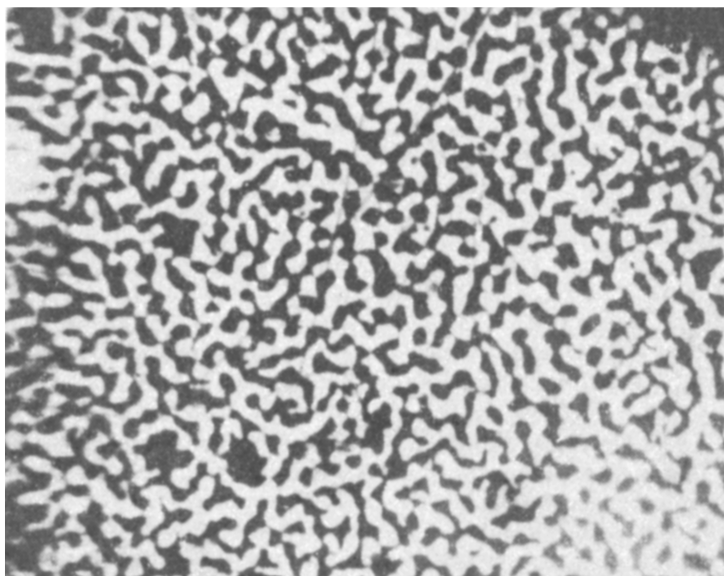


Рис. 3. Доменная структура пластины гексаферрита бария (толщиной 0.4 мм) с легкой осью, нормальной к плоскости.

от случая монокристаллов – большая ширина домена ( $D \sim 0.2$  мм). Наблюдаемая доменная структура существенно зависит от толщины пластины ГФБ. Общая картина изменения ДС следующая: при уменьшении толщины пластин величина  $D$  сначала слабо меняется, а при толщинах 0.3–0.2 мм полосовой характер ДС начинает исчезать, и при толщинах  $\approx 0.1$  мм весь образец разбивается на 2–3 области монокристаллического состояния. Включение и выключение внешнего поля, направленного вдоль легкой оси, меняет расположение областей монокристаллического состояния, но общая картина сохраняется. ДС исчезает полностью при включении поля  $H \approx 300$ –500 Э. Доменная структура пластин ГФБ с легкой осью, нормальной поверхности, показана на рис. 3. ДС в этом случае имеет лабиринтный характер, переходящий во многих местах в цилиндрический с  $D \approx 50$ –60 мкм, что на порядок превышает диаметр цилиндрического домена монокристаллической пластины ГФБ [2].

Наблюдаемые особенности ДС поликристаллических пластин гексаферрита бария – аномально большой размер доменов (по сравнению с ДС монокристаллов), значительное нарушение периодичности доменной решетки и квазимонокристаллическое состояние пластин при малых толщинах – существенным образом отражаются на спектральных характеристиках СВЧ линий передачи (в миллиметровом диапазоне), содержащих эти пластины. Эти особенности необходимо учитывать в соответствующих теоретических моделях.

Авторы выносят искреннюю благодарность Ф.В. Лисовскому за помощь в проведении эксперимента.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] З а в и с л я к И.В., Д а н и л о в В.В. // Письма в ЖТФ. 1982. Т. 8. № 2. С. 72–76.
- [2] К о j i m a Н., G o t t o К. // J. of Appl. Phys. 1965. V. 36. N 2. P. 538–543.
- [3] G e r s o n T.J., N a d a n J.S. // IEEE Transactions on microwave theory and Techniques. 1974. MTT-22. N 8. P. 757–763.
- [4] М е р и а к р и С.В., О г р и н Ю.Ф. Тез. докл. XI Всес. школы – семинара „Новые магнитные материалы микроэлектроники“, Ташкент, 1988. Ч. 1. С. 162–163.
- [5] В в е д е н с к и й Б.С., Л и с о в с к и й Ф.В., Ч е р в о н е н к и с А.Я. // Техника кино и телевидения. 1978. № 6. С. 11–16.

Поступило в Редакцию  
9 декабря 1989 г.  
В окончательной редакции  
7 апреля 1990 г.