

Экспериментальное определение изочастотных кривых поверхностных магнитоэлектрических волн

Представлена оригинальная методика экспериментального получения изочастотных кривых для конкретного образца ферритовой плёнки. В основе методики лежит измерение ФЧХ для двух положений приёмного преобразователя.

В данной работе описан один из способов измерения изочастотных кривых для МСВ, распространяющихся в плёнках железо-иттриевого граната (ЖИГ). Знание формы изочастотных кривых необходимо при исследовании МСВ при таких конфигурациях эксперимента, когда векторы фазовой и групповой скоростей неколлинеарны в силу большой и специфической анизотропии, вызываемой полем подмагничивания [1]. Изочастотные кривые требуются как при изучении МСВ в одиночных ферритовых плёнках, так и в сложных ферритовых структурах и метаматериалах, например магнетонных кристаллах [2]. Так, например, при постановке экспериментов в магнетонных кристаллах часто требуется знание изочастотных кривых, соответствующих используемому в эксперименте образцу ферритовой плёнки, чтобы определить, на каких частотах и при каких направлениях и значениях волнового вектора следует ожидать взаимодействие МСВ с исследуемой периодической структурой [3].

Схема измерений приведена на рис. 1. Ферритовая плёнка ЖИГ размещалась между полюсами постоянного магнита, которые создавали в центральной части касательное к поверхности плёнки однородное магнитное поле H_0 . Измерения проводились при помощи измерителя комплексного коэффициента передачи, с выхода которого СВЧ сигнал поступал на передающий преобразователь длиной 5 мм, который формировал пучок МСВ. Выходной сигнал снимался с аналогичного по параметрам приёмного преобразователя.

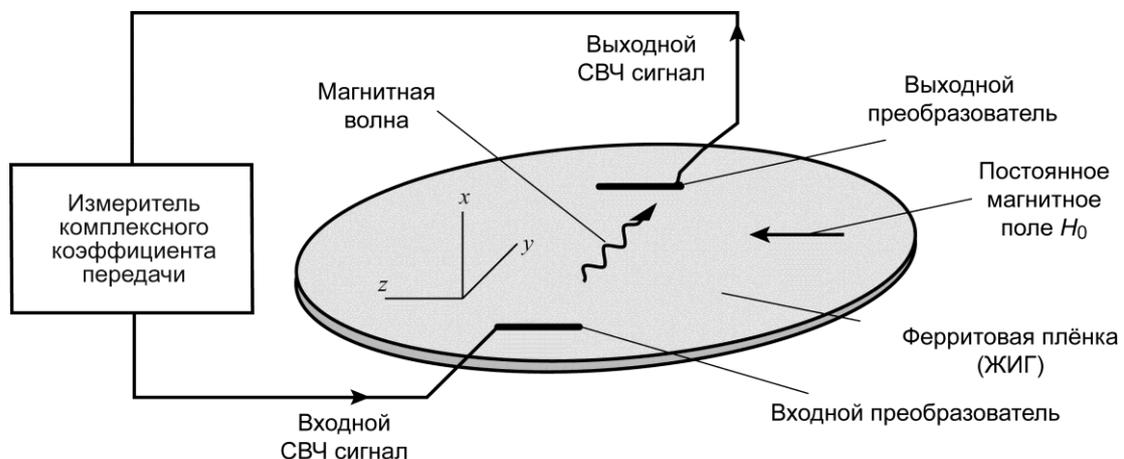


Рис. 1. Схема проведения измерений.

Измерения проводились фазочастотным методом, состоящим в следующем. Измерялась фазочастотная характеристика (ФЧХ) при некотором заданном расстоянии между преобразователями. Затем приемный преобразователь сдвигался на расстояние Δx и проводилось еще одно измерение ФЧХ. Разность между второй и первой ФЧХ позволяла определить, как зависят от частоты ω изменение набега фазы $\Delta\varphi$ между преобразователями и соответствующее ему изменение волнового вектора

$$\Delta k = \Delta\varphi/\Delta x.$$

Далее находилось точное значение волнового вектора для одной из частот путём измерения смещения преобразователя, соответствующего целому числу волн. Используя полученное значение волнового вектора как точку привязки, из измеренной зависимости $\Delta k(\omega)$ получали саму дисперсионную зависимость $k(\omega)$. Измерения повторялись при разных направлениях волнового вектора k МСВ. Полученные для разных направлений значения k давали возможность построить изочастотные кривые, соответствующие разным значениям частоты. Расчётные и измеренные описанным выше способом кривые приведены на рис. 2.

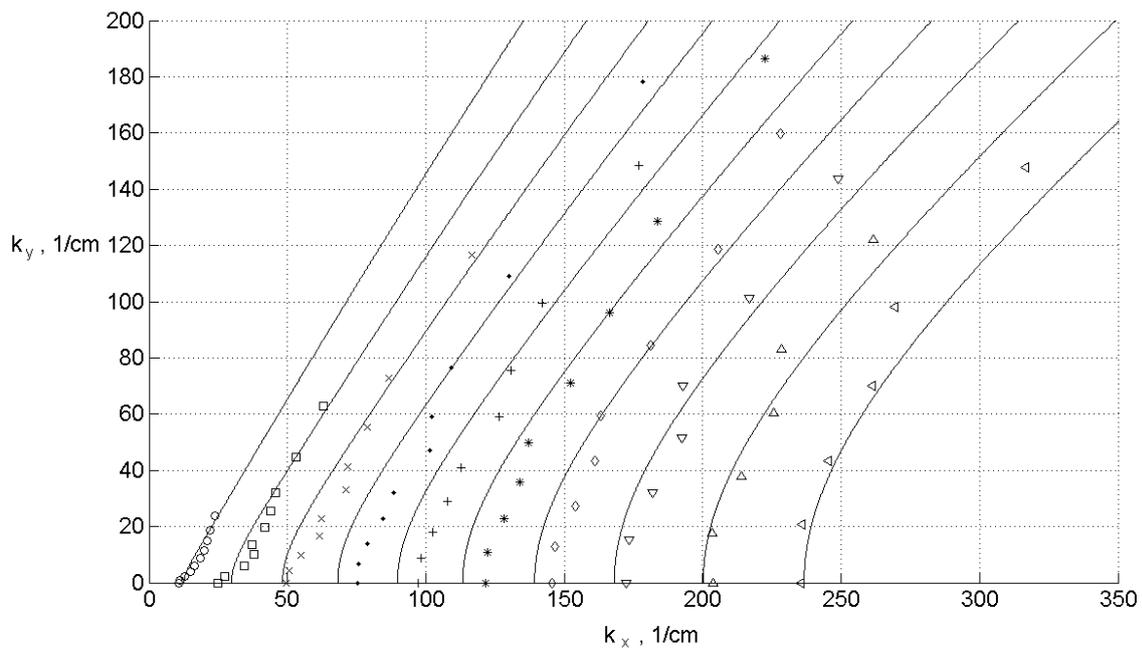


Рис. 2. Изочастотные кривые пленки ЖИГ. Значки – эксперимент, линии – расчет. Частоты растут слева направо от 3000 МГц до 3450 МГц с шагом 50 МГц.

Библиографический список

1. Силин Р.А.. Необычные законы преломления и отражения. М.: ФАЗИС. 1999.
2. А.Ю. Анненков, А.П. Виноградов, С.В. Герус, и др. Исследование магнитоэлектрических волн в фотонных кристаллах // Известия РАН. Серия Физическая. 2007. Т. 71. №11. С. 1612.
3. А.В.Вороненко, С.В. Герус, В.Д.Харитонов Дифракция ПМСВ на магнитных решетках в режиме Брэгга // Известия вузов. Физика. 1988. Т. 31. № 11. С. 76–85.