

Львовский государственный университет им. И. Франко

Поступило в Редакцию 10 апреля 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 15 12 августа 1990 г.
05.2; 09

© 1990

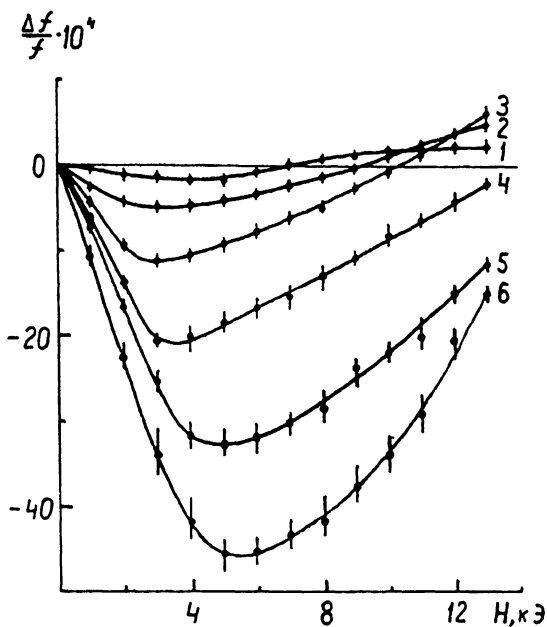
О ФИЗИЧЕСКОМ МЕХАНИЗМЕ СМЕШЕНИЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ РЕЗОНАНСНОЙ ЧАСТОТЫ КОМПОЗИЦИОННОГО ФЕРРИТ-ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА

А.Е. Г е л я с и н, В.М. Л а л е т и н

Ранее установлено, что резонансная частота пьезорезонаторов, изготовленных из композиционной керамики, включающей ферритовую и пьезоэлектрическую фазы, смещается под действием магнитного поля [1]. Указанный эффект влияния магнитного поля на пьезорезонансную частоту в принципе позволяет создавать пьезоэлектрические частотно-селективные устройства с магнитным управлением, однако отсутствие четкого представления о физической природе данного явления сдерживает прогресс в области конкретных разработок. В настоящем сообщении анализируется физический механизм влияния магнитного поля на резонансную частоту пьезорезонатора, изготовленного из композиционной керамики феррит-пьезоэлектрик.

Как указывалось в работе [1], природа влияния магнитного поля на пьезорезонансную частоту композиционного резонатора описывается, в общем, следующей схемой: магнитное поле \rightarrow деформация ферритовой фазы \rightarrow деформация пьезоэлектрической фазы \rightarrow смещение пьезорезонансной частоты. Деформация ферритовой фазы возможна как за счет магнитострикции, так и за счет других родственных ей явлений 2. Проанализируем наиболее вероятный механизм влияния магнитного поля на пьезорезонансную частоту.

Известно, что резонансная частота механических колебаний керамического пьезоэлектрика в общем случае связана с модулем упругости следующим соотношением [3]: $f_p = k \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}}$, где k - коэффициент пропорциональности, зависящий от формы и размеров образца, E - модуль Юнга керамики, ρ - плотность. Поскольку модуль Юнга композиционной керамики определяется в нашем случае модулем упругости как ферритовой, так и пьезоэлектрической фаз



Зависимость относительного изменения резонансной частоты от напряженности магнитного поля для пьезорезонаторов из композиционной керамики феррит кобальта – титанат цирконат бария свинца содержащей: 1 – 3%, 2 – 10%, 3 – 20%, 4 – 40%, 5 – 50%, 6 – 60% феррита кобальта.

$F \sim (E_\varphi + E_\eta)$, можно предположить, что смещение частоты происходит прежде всего за счет изменения в магнитном поле модуля упругости ферритовой фазы (ΔE – эффект). При этом характер изменения резонансной частоты должен качественно повторять характер изменения модуля упругости ферритовой фазы при ΔE – эффекте.

Для экспериментального доказательства данного предположения можно использовать факт существования в ферритах ΔE – эффекта различного типа. На феррите никеля наблюдается ΔE – эффект первого рода, что приводит в композиционной керамике на основе феррита никеля к увеличению в магнитном поле пьезорезонансной частоты [1]. Поскольку в кобальтсодержащих ферритах наблюдается ΔE – эффект второго рода [4], в композиционных пьезорезонаторах на их основе должно наблюдаться отрицательное смещение резонансной частоты.

Экспериментальные исследования проводили на пьезокерамических резонаторах, изготовленных из двухфазной керамики системы феррит кобальта – цирконат титанат бария свинца (ЦТБС). Полу-

чение образцов и методика эксперимента совпадают с описанными в работе [1].

На рисунке представлены результаты исследований влияния магнитного поля на резонансную частоту пьезорезонаторов из композиционной керамики феррит кобальта — ЦТБС.

Как видно из рисунка, композиционные пьезорезонаторы на основе феррита кобальта имеют отрицательное смещение резонансной частоты. С увеличением содержания в керамике феррита кобальта глубина минимума на зависимости $\Delta f/f = f(H)$ увеличивается до $\sim 0,4\%$, при этом наблюдается также смещение минимума в сторону более сильных магнитных полей.

Учитывая хорошее качественное совпадение полученных нами зависимостей смещения резонансной частоты от магнитного поля и зависимостей $\Delta E/E$, полученных для кобальтосодержащих ферритов [4], можно с большой долей уверенности утверждать, что в основе физического механизма влияния магнитного поля на резонансную частоту пьезорезонаторов из композиционной керамики феррит-пьезоэлектрик лежит ΔE — эффект. При наложении магнитного поля на композиционный пьезорезонатор за счет ΔE — эффекта изменяется модуль Юнга ферритовой фазы, что приводит к изменению модуля Юнга всей системы и к изменению пьезорезонансной частоты. Таким образом, зная характер зависимости модуля упругости ферритовой фазы при ΔE — эффекте от магнитного поля можно задавать вид зависимости резонансной частоты композиционного пьезорезонатора.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Г е л я с и н А.Е., Л а л е т и н В.М. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. В. 19. С. 1746–1748.
- [2] Б е л о в К.П. Магнитострикционные явления и их технические приложения. М.: Наука, 1987. 159 с.
- [3] Г л о з м а н И.А. Пьезокерамические материалы в электронной технике. М.: Энергия, 1965. 192 с.
- [4] П р е с н о в а Л.А., З а к г е й м Е.Л., П о н к р а т ь е в а Р.И., Ш л и о м и с А.С. Исследование ΔE — эффекта на магнитострикционных ферритах. — Сб.: Физические и физико-химические свойства ферритов. Минск: Наука и техника. 1975. С. 85–90.

Витебский технологический
институт легкой промышленности

Поступило в Редакцию
11 апреля 1990 г.