

05.1;08

©1994

# ДОЛГОВРЕМЕННАЯ АКУСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ В СЛОИСТОЙ СРЕДЕ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЙ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ФЕРРИТ — $\text{LiNbO}_3$

*В.А.Ермолов*

Ранее сообщалось о наблюдении акустической памяти в никель-кобальтовом магнитоотрицательном поликристаллическом феррите (ПНКФ) для объемных и поверхностных акустических волн [1,2]. Наблюдаемая в ПНКФ акустическая память характеризуется долговременностью, высокой эффективностью, малым временем записи, возможностью стирания небольшим магнитным полем. В работе [3] были исследованы акустические волны, распространяющиеся на границе между ПНКФ и  $\text{LiNbO}_3$ . Граница между ферритом и  $\text{LiNbO}_3$  защищена от окружающей среды, что потенциально делает возможным изготовление бескорпусных акустических приборов, использующих граничные акустические волны.

В настоящей работе сообщается о первом наблюдении долговременной акустической памяти в слоистой среде ПНКФ- $\text{LiNbO}_3$ .

Схема экспериментальной конфигурации представлена на рис. 1. Два встречно-штыревых преобразователя (ВШП) 1, 2 были размещены в общем акустическом канале на рабочей поверхности звукопровода из YZ-среза  $\text{LiNbO}_3$  на расстоянии 15 мм один от другого. Каждый из ВШП имел 347 мкм, апертуру 4.9 мм и содержал 6 пар электродов. Ферритовый образец 2 в форме параллелепипеда с размерами 35 × 5 × 2.5 мм, одна из больших граней которого была отполирована, приклеивался под прессом к рабочей поверхности звукопровода из  $\text{LiNbO}_3$  эпоксидным клеем. В качестве феррита использовался горячепрессованный поликристаллический феррит состава  $\text{NiO} - \text{CoO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ , содержащий 48 мол. %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и 1.2 мол. %  $\text{CoO}$ . Потери на преобразование и распространение граничных волн при работе конструкции в режиме ультразвуковой линии задержки составили — 39 дБ (ферритовый образец при этом был размагничен). Образец охватывался катушкой 5, содержащей 6 витков медного провода.

Акустическая память наблюдалась следующим образом. Радиоимпульс с частотой 9.8 МГц и длительностью 1 мкс

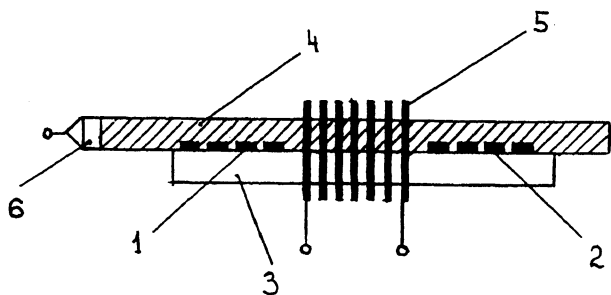


Рис. 1. Экспериментальная конфигурация (1, 2 — встречно-штыревые преобразователи, 3 — звуковод из  $YZ$  — среза  $\text{LiNbO}_3$ , 4 — магнитострикционный поликристаллический феррит, 5 — катушка, 6 — преобразователь сдвиговых объемных волн).

подавался на входной ВШП 1. Через время 3.5 мкс, в момент прохождения граничной волны под катушкой 5, в последнюю подавался короткий записывающий импульс тока (амплитуда напряжения на катушке 90 В; длительность импульса 0.1 мкс). Запоминание происходит при совпадении частот исходной волны и подаваемого электромагнитного импульса [4]. В нашем случае это условие было выполнено, поскольку в силу широкого спектра записывающего импульса он содержал также и спектральные составляющие, соответствующие полосе пропускания исходного сигнала. При нелинейном взаимодействии (за счет эффекта магнитострикции) упругих деформаций граничной акустической волны с магнитным полем записывающего импульса в приповерхностной области ферритового образца происходят необратимые смещения доменных границ, приводящие к перестройке доменной структуры. При этом, по-видимому, образуется пространственное распределение магнитных моментов, соответствующее фазовому портрету граничных волн в момент воздействия на образец записывающего импульса. Для увеличения эффективности записи во время действия записывающего импульса к образцу прикладывался импульс магнитного поля подмагничивания спадающей амплитуды с 50 Гц заполнением [5]. Поле подмагничивания возбуждалось с помощью дополнительной катушки и было направлено вдоль длинной оси образца.

Для наблюдения сигнала памяти через произвольный интервал времени  $T$  на входной ВШП 1 подавался радиопульс частотой 9.8 МГц и длительностью 1 мкс. Через время 3.5 мкс на катушке 5 регистрировался сигнал акустической памяти. На этапе считывания акустический импульс взаимодействует за счет эффекта магнитострикции с пространственным распределением магнитных моментов,

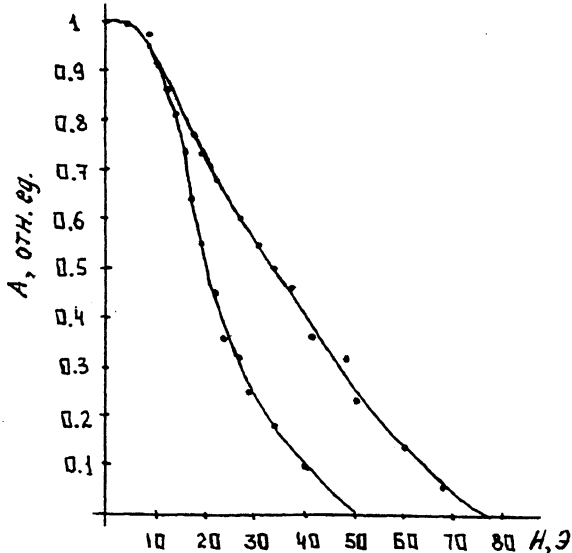


Рис. 2. Зависимость амплитуды сигнала акустической памяти от амплитуды синусоидального стирающего поля (1 — граничные акустические волны, 2 — объемные акустические волны).

сформированным в феррите на этапе записи. Результатом этого взаимодействия является генерация магнитных колебаний, соответствующая функции корреляции исходного и считывающего сигналов [4]. Для увеличения эффективности считывания использовалось электрическое согласование катушки 5. Время  $T$  экспериментально выбиралось в пределах от нескольких микросекунд до нескольких суток. Амплитуда сигналов памяти не уменьшалась от времени а также при многократном воздействии считывающим импульсом. Приложение к образцу статического или переменного магнитных полей 50 Э вызывало полное разрушение записанной структуры и позволяло вновь осуществить запоминание акустической волны.

Величина сигнала памяти для радиоимпульса с длительностью 1 мкс и амплитудой 20 В составила 8 мВ.

Нами сравнивались свойства акустической памяти на граничных и объемных акустических волнах, в частности влияние внешнего размагничивающего поля на величину сигнала памяти. Для объемных волн в качестве входного преобразователя использовался преобразователь сдвиговых объемных волн 6, приклеенный к торцу ферритового образца (рис. 1). На рис. 2 приведены зависимости амплитуд сигналов памяти для граничных и объемных волн от амплитуды стирающего переменного магнитного поля частотой 50 Гц, приложенного параллельно длинной оси образ-

да. Практически полное стирание сигнала памяти для граничных волн происходит при величине стирающих полей существенно меньших, чем для объемных волн. Аналогичное соотношение стирающих полей было отмечено для ПАВ рэлеевского типа и объемных волн ранее [2]. Мы полагаем, что такой эффект наблюдается из-за разности в значении размагничивающих полей для разных областей ферритового образца. Действительно, для граничных акустических волн и ПАВ рэлеевского типа запись сигнала происходит в поверхностной области образца, а для объемных волн в объеме образца, где величина размагничивающего поля существенно выше.

Отметим, что выше изложенные свойства акустической памяти на граничных акустических волнах в слоистой среде ПНКФ- $\text{LiNbO}_3$  дают основание говорить о перспективности ее технического применения.

### Список литературы

- [1] Мануилов М.В. и др. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. В. 10. С. 599.
- [2] Бондаренко В.С. и др. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 13. В. 7. С. 389.
- [3] Ermolov V. et. al. // J. Appl. Phys. 1991. V. 70(7). P. 3999.
- [4] Бондаренко В.С. и др. Нелинейные акустоэлектронные устройства и их применение. М.: Радио и связь, 1985. С. 160.
- [5] Бондаренко В.С. и др. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 13. В. 10. С. 598.

Московский  
инженерно-физический  
институт

Поступило в Редакцию  
23 октября 1993 г.