

тока энергии от $h \cdot k$ возникает локальный экстремум (рис. 3, кривые 2, 2'). При увеличении параметра $h \cdot k$ поток энергии в пленке W_2 сначала увеличивается от 0 до 50 %, а затем, начиная с $h \cdot k \sim 2$, уменьшается («выталкивание» волны в подложку) с одновременным увеличением потока энергии в подложке W_1 вплоть до $h \cdot k \sim 3$, при которых еще может существовать квазирэлеевская волна. Особенности в зависимостях $v(h \cdot k)$, $TKv(h \cdot k)$, $W_2 \times \times (h \cdot k)$ при соответствующем выборе пар материалов пленки и подложки могут быть использованы в практических целях, например для коррекции частотных или температурных характеристик на ПАВ.

Список литературы

- [1] Филитры на поверхностных акустических волнах / Под ред. Г. Метьюза. М.: Радио и связь. 1981. 469 г.
- [2] Furukawa S., Morizumi T. // J. Acoust. Soc. Jap. 1980. Vol. 36. N 7. S. 350—354.
- [3] Физическая акустика / Под ред. У. Мезона, Р. М. Терстона. Т. VI. М.: Мир, 1973. 431 с.

Горьковский
государственный университет
им. Н. И. Лобачевского

Поступило в Редакцию
21 сентября 1989 г.
В окончательной редакции
9 апреля 1990 г.

08

Журнал технической физики, т. 61, в. 6, 1992

© 1991 г.

ОСОБЕННОСТИ БИСТАБИЛЬНОСТИ АКУСТОЭЛЕКТРОННЫХ ЯВЛЕНИЙ В СЛОИСТЫХ СТРУКТУРАХ ПЬЕЗОСЛОЙ—ПОЛУПРОВОДНИК

В. А. Вьюн, И. Б. Яковкин

Нелинейные волновые процессы и физические эффекты, возникающие при взаимодействии поверхностных акустических волн (ПАВ) и волн плотности заряда в слоистых структурах пьезоэлектрик—полупроводник, используются в устройствах обработки сигнальной информации, в неразрушающих методах исследования, в моделировании волновых явлений [1-3]. Структуры пьезопленка (ZnO)—полупроводник (Si) обладают сильной нелинейностью, которая к тому же перестраивается приложенным к полевому электроду напряжением смещения [4].

Недавно в таких структурах были обнаружены би- и мультистабильные акустоэлектронные (АЭ) явления. В [5, 6] сообщалось о бистабильности в АЭ системе с внешней обратной связью, образующей пассивный кольцевой резонатор. В [7] показана бистабильность в гибридной АЭ системе с внешней обратной связью, охватывающей выходной преобразователь и полевой электрод. В [8, 8-11] приведены результаты исследования би- и мультистабильности в безрезонаторной АЭ системе (без внешних обратных связей) в режиме периодического следования импульсов ПАВ. Внешнее проявление результата взаимодействия заключается в том, что при некоторых амплитудах входных сигналов амплитуды прошедшего сигнала ПАВ и поперечного акустоэлектрического эффекта (ПАЭ) принимают несколько стабильных значений. Механизм возникновения би- и мультистабильности в безрезонаторной АЭ системе без внешних обратных связей неясен в отличие от такового в случае пассивной кольцевой резонаторной и гибридной систем. В последних явление связано с определенными свойствами нелинейного затухания и дисперсии ПАВ или влияния напряжения смещения на распространение ПАВ. В связи с этим исследование новых свойств би- и мультистабильности АЭ явлений в безрезонаторных системах актуально. Ранее отмечалось, что мультистабильность осуществляется только в импульсно-периодическом режиме следования ПАВ. Выяснение роли режима распространения ПАВ позволит установить возможность существования бистабильности в непрерывном режиме. Такой режим является более простым по сравнению с импульсным, в котором существенное значение имеют переходные процессы. Этим вопросам и посвящена настоящая работа. В ней исследована также роль режима бегу-

щих и стоячих волн, дается сравнение условий существования различных типов би- и мультистабильности АЭ явлений.

Эксперименты выполнены на структурах пьезопленка (ZnO толщиной 1.8 мкм)—полупроводник (Si *n*-типа с удельным сопротивлением 200 Ом·см с подслоем SiO₂ толщиной 0.1 мкм). Как и в [4-11], возбуждение и прием ПАВ осуществляются встречно-штыревыми преобразователями. Между ними располагается полевой электрод для управления эффективностью АЭ взаимодействия с помощью постоянного напряжения смещения V_g .

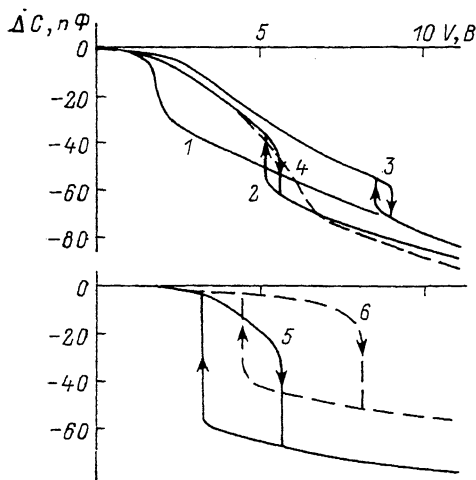


Рис. 1.

параметрическом электроде (по акустемкостному эффекту [12]). Акустемкостный эффект с использованием мостовой схемы измерения позволяет обнаружить слабые изменения электронных параметров структуры.

На рис. 1 показаны зависимости изменения емкости структуры ΔC от напряжения на возбуждающем преобразователе V в различных режимах следования ПАВ и при разных значениях напряжения смещения V_g . Без ПАВ емкость структуры $C=150$ пФ. Отрицательное значение ΔC соответствует уменьшению емкости структуры при действии ПАВ. Стрелки на кривых указывают направление изменения амплитуды сигнала V .

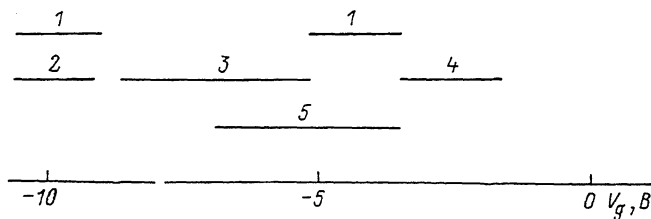


Рис. 2.

Характерно, что на зависимостях в непрерывном режиме ПАВ участки бистабильности возникают при некоторых значениях напряжения смещения V_g и с увеличением $|V_g|$ сдвигаются в сторону больших амплитуд V . Так, при $V_g=-8.8$ В они отсутствуют (кривая 1), а при $V_g=-9.2-9.4$ В отчетливо проявляются (кривые 2, 3). В режиме периодического следования импульсов ПАВ кривая 2 преобразуется в кривые 5, 6, на которых участки бистабильности расширяются и становятся более контрастными. Следует отметить, что в случае стоячих ПАВ как в непрерывном (кривая 4), так и в импульсно-периодическом режимах участки бистабильности исчезают.

Поскольку для реализации АЭ бистабильности в структуре необходим выбор значений приложенного напряжения смещения V_g , то для сравнения на рис. 2 схематически показаны диапазоны V_g , в которых существуют различные типы би- и мультистабильности АЭ явлений. Здесь также указана область существования мультистабильности высокочастотного эффекта поля [13]. Отметим, что все типы би- и мультистабильности, как это следует из вольт-фарядных характеристик, реализуются при напряжениях смещения V_g , соответствующих инвер-

сии поверхностной проводимости полупроводника. Причем представленная впервые в настоящей работе АЭ бистабильность в непрерывном режиме ПАВ осуществляется при более сильной инверсии.

Таким образом, бистабильность АЭ явлений в безрезонаторных системах без внешних обратных связей реализуется как в импульсно-периодическом, так и в непрерывном режимах следования бегущих (а не стоячих) ПАВ. В импульсно-периодическом режиме реализация бистабильности облегчается. Эти особенности могут быть учтены при построении теории явления.

Список литературы

- [1] Гуляев Ю. В., Медведь А. В. // Изв. вузов СССР. Радиофизика. 1983. Т. 26. № 8. С. 911—946.
- [2] Вьюн В. А., Ржанов А. В., Яковкин И. Б. Акустоэлектронные методы исследования поверхности полупроводников. Новосибирск: ИФП СО АН СССР, 1987. 126 с.
- [3] Balakirev M. K. // Nonlinear Phenomena in Solid. Modern Topics. Singapore, 1985. P. 191—232.
- [4] Вьюн В. А., Пнев В. В., Яковкин И. Б. // ФТТ. 1986. Т. 28. Вып. 5. С. 1538—1540.
- [5] Вьюн В. А., Гайнер А. В., Сурдатович Г. И., Яковкин И. Б. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. Вып. 13. С. 799—802.
- [6] Вьюн В. А., Гайнер А. В., Сурдатович Г. И., Яковкин И. Б. // ДАН СССР. 1987. Т. 296. № 3. С. 583—587.
- [7] Вьюн В. А., Яковкин И. Б. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 13. Вып. 15. С. 941—944.
- [8] Вьюн В. А., Гайнер А. В., Сурдатович Г. И., Яковкин И. Б. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. Вып. 13. С. 799—802.
- [9] Вьюн В. А., Яковкин И. Б. // Акуст. журн. 1987. Т. 33. Вып. 5. С. 840—842.
- [10] Вьюн В. А., Яковкин И. Б. // ФТТ. 1987. Т. 29. Вып. 1. С. 230—232.
- [11] Вьюн В. А., Яковкин И. Б. // Сб. тр. Симпозиума по нелинейной акустике «Проблемы нелинейной акустики». Новосибирск, 1987. Ч. I. С. 341—344.
- [12] Бондаренко В. С., Громашевский В. Л., Ереценко И. Н. и др. // ФТТ. 1984. Т. 26. Вып. 3. С. 848—850.
- [13] Вьюн В. А., Ржанов А. В., Юмашев В. Н., Яковкин И. Б. // IX Всесоюз. симпозиум «Электронные процессы на поверхности и в тонких слоях полупроводников». Новосибирск, 1988. Ч. I. С. 102—103.

Институт физики полупроводников
СО АН СССР
Новосибирск

Поступило в Редакцию
19 января 1988 г.
В окончательной редакции
5 февраля 1991 г.

65

Журнал технической физики, т. 61, в. 6, 1991

© 1991 г.

ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ В ПЛЕНКАХ ФЕРРИТ-ГРАНАТОВ ОРИЕНТАЦИИ (210)

А. М. Балбашов, А. С. Логгинов, Е. П. Шабазва

Одним из способов увеличения предельной скорости движения доменных границ (ДГ) в одноосных пленках феррит-гранатов (ФГ) является использование ромбической анизотропии [1]. Установлено, что сильная ромбическая анизотропия индуцируется в пленках ФГ ориентации (110) [2]. Однако выращивание пленок высокого качества с такой ориентацией сопряжено с некоторыми технологическими трудностями. Один из возможных путей их преодоления заключается в использовании подложек, ориентированных в плоскости (210). Отклонение оси [210] от оси [110] составляет всего 18.43°, что позволяет надеяться на получение высоких значений констант ромбической анизотропии [3].

В настоящей работе экспериментально исследованы динамические свойства ДГ в феррит-гранатовых пленках $(\text{BiLu})_3(\text{FeGa})_5\text{O}_{12}$, выращенных на подложке $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ с ориентацией (210). Для анализа статических и динамических свойств ДГ введем систему координат, показанную на вставке к рис. 1. В качестве направлений x , y , z будем использовать соответственно оси $[120]$, $[004]$ и $[210]$. Магнитоэлектронные параметры образцов приведены в таблице, где h — толщина пленки, P_0 — период полосовой доменной структуры, $4\pi M_s$ — намагниченность насыщения, H_0 — поле коллапса цилиндрических магнитных доменов