

ПАРАМЕТРЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН
ЛОКАЛИЗОВАННЫХ ВДОЛЬ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКОВ

К. Е. АББАКУМОВ, Р. С. КОНОВАЛОВ

ГБОУ ВПО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ»

Санкт-Петербург, Россия

Как известно, акустоэлектронные устройства (фильтры, резонаторы, линии задержки и т.д.) на поверхностных акустических волнах (ПАВ) в качестве рабочего акустопровода используют пьезокристаллические подложки кварца, ниобата лития, танталита лития и т.д. [1]. При этом для возбуждения и приема ПАВ применяется встречно-штыревой преобразователь (ВШП), представляющий систему вложенных друг в друга металлических электродов. Распространение другого типа ПАВ (волны Стоунли) возможно также в многослойной структуре типа: пьезоэлектрическая пленка (например, пленка нитрида алюминия ALN/непьезоэлектрическая подложка (например, сапфир Al_2O_3 , кремний Si). Кроме этого, в отдельной тонкопленочной (толщина пленки h меньше длины λ электроакустической волны) пьезокристаллической структуре ALN возможно распространение объемных акустических волн различного типа [2]. При этом возбуждение таких волн возможно как при помощи сплошных электродов, нанесенных на верхнюю и нижнюю поверхность пьезопленки, так и с помощью традиционных встречно-штыревых преобразователей, используемых при возбуждении ПАВ. На этом принципе, в настоящее время, разрабатываются всевозможные СВЧ акустоэлектронные приборы, основой которых является акустоэлектронный СВЧ резонатор на объемных волнах (FBAR-film bulk acoustic resonator [2]).

В настоящей работе теоретически исследовались свойства электроакустических волн, распространяющихся в тонкопленочных гетероэпитаксиальных структурах, выращенных на различных подложках методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ). Границы раздела сред в тонкопленочных структурах, в данном случае, сформированы множеством выступов и впадин микрорельефа. При этом одним из наиболее удачных описаний подобного нарушения акустического контакта является модель «нежесткого» соединения, предусматривающего непрерывность усилий сцепления и отсутствие полей малых перемещений. Подобный подход был применен авторами в предшествующих работах [3]. Для изучения свойств электроакустических волн типа Стоунли, распространяющихся в таких структурах, необходимо воспользоваться волновыми уравнениями пьезоакустики [1], из которых можно рассчитать основные параметры (скорость, коэффициент электромеханической связи, температурный коэффициент задержки, угол потока энергии и т. д.) электроакустических волн, распространяющихся в данных струк-

турах. Однако граничные условия для «классических» задач, в данном случае, не подходят, поскольку должны учитывать «неполную» передачу смещений волны при переходе границы раздела сред. При подобном подходе, а также учитывая непрерывность компонент напряжений, электрических потенциалов и диэлектрических смещений, были получены зависимости скорости волны типа Стоунли от степени сплошности границы. Анализ данных зависимостей показал наличие дисперсии скорости волны в зависимости от частоты. Следует отметить, что в предельных случаях параметров «нежесткой» связи границ пьезопленки и подложки, наблюдалось полное соответствие свойств электроупругой волны, соответствующих свойствам указанных волн при «жестком», либо «скользящем» соединении, полученных в работе [4].

Таким образом, в рамках предложенной модели «нежесткого» соединения, решена задача о распространении поверхностных волн типа Стоунли вдоль границ твердых пьезоэлектрических сред. Показано, что варьированием параметров соединения границ подложки и пьезопленки можно добиться изменения скорости электроупругой волны. Выраженная же при таком условии гетероэпитаксиальная структура (0002) ALN/Z-срез Al_2O_3 может быть использована при конструировании акустоэлектронных устройств различного типа (линия задержки, фильтр, резонатор и т. д.), а также для построения на ее основе СВЧ акустоэлектронных резонаторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мэтьюз, Г. Фильтры на поверхностных акустических волнах. Расчет, технология и применение / Г. Мэтьюз. – М. : Радио и связь, 1981. – 472 с.
2. Lakin, M. Thin film resonator technology / M. Lakin // IEEE Trans. On ultrason., ferroelectr., and frequency control. – 2005. – V. 52. – № 5. – P. 707–715.
3. Аббакумов, К. Е. Влияние нарушения акустического контакта на распространение волн Стоунли вблизи границы твердых полупространств / К. Е. Аббакумов, Р. С. Коновалов // Дефектоскопия. – 2008. – № 3. – С. 52–58.
4. Параметры поверхностных акустических волн, распространяющихся в гетероэпитаксиальных структурах ALN/ Al_2O_3 , ALN/Si // Современные наукоемкие технологии. – 2012 – № 1. – С. 48–53.

E-mail: KEAbbakumov@mail.eltech.ru
RSKononov@rambler.ru