

В. Ф. КАТАЕВ, д. т. н. А. С. БАГДАСАРЯН,
Г. Я. КАРАПЕТЬЯН, к. т. н. В. Г. ДНЕПРОВСКИЙ

Россия, г. Волгодонск, ЗАО «Институт термоэлектричества»
E-mail: kvf@volgodonsk.ru

Дата поступления в редакцию
19.03 2008 г.

Оппонент д. т. н. В. В. ДАНИЛОВ
(ДонНУ, г. Донецк)

ДАТЧИКИ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Предлагаемый датчик позволяет создать системы для беспроводного дистанционного контроля температуры в труднодоступных местах, а также различных биологических объектов.

Существующие приборы дистанционного контроля температуры основаны на применении приемников инфракрасного излучения и имеют ряд недостатков [1, с. 28—58], основной из которых — невозможность процедуры вне видимости объекта контроля.

В [2, 3] была показана возможность использования акустоэлектронных датчиков для контроля физических параметров, в частности, веса и давления.

В данной работе проведены исследования возможности использования таких датчиков для дистанционного измерения температуры.

Акустоэлектронный датчик (рис. 1) представляет собой линию задержки (ЛЗ) на поверхностных акустических волнах (ПАВ), содержащую встречно-штыревой преобразователь (ВШП), соединенный с антенной, и отражательный ВШП, соединенный с нагрузкой Z , величина которой зависит от контролируемого параметра (давления, влажности, температуры, интенсивности излучения). На торцах ЛЗ нанесены акустопоглотители для подавления отраженных от краев подложки ПАВ.

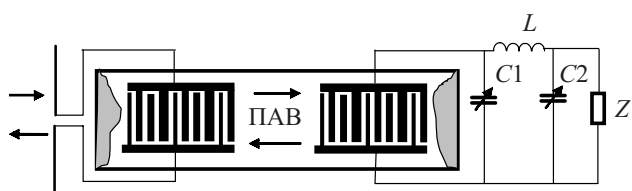


Рис. 1. Схема пассивного акустоэлектронного датчика на ПАВ

ВШП выполнены однонаправленными с внутренними отражателями [2]. Это обеспечивает сравнительно небольшое вносимое затухание в 6—7 дБ и минимальное отражение ПАВ от ВШП (более 20 дБ) в режиме полного согласования. Согласование достигается с помощью схемы, подсоединенной к правому ВШП, как показано на рис. 1. Емкости $C1$ и $C2$ представляют собой подстроечные малогабаритные кон-

денсаторы емкостью 4/15 пФ, а индуктивность L — три витка диаметром 2 мм медной проволоки $\varnothing 0,3$ мм.

Нагрузка Z представляет собой активное сопротивление 50 Ом. Согласование производится по минимуму неравномерности амплитудно-частотной характеристики ЛЗ в полосе пропускания. Таким образом удается достичь подавления отражения ПАВ от ВШП не менее 20 дБ. ВШП расположены на подложке $YX/128^\circ$ среза ниобата лития и содержат 14 внутренних отражателей и 13 пар активных электродов с величиной перекрытия (апертурой), равной 80 длинам ПАВ на центральной частоте ЛЗ $f_0=870$ МГц. Антенна выполнена в виде полуволнового вибратора и имеет длину около 16 см.

На рис. 2 показаны отраженные от отражательно-го ВШП импульсы в случаях, когда активное сопротивление в согласованной нагрузке отсутствует (сплошная линия), и когда ВШП нагружен (пунктирная линия). Из рисунка видно, что при подключении ВШП к согласованной нагрузке амплитуда отраженной ПАВ падает на 20 дБ.

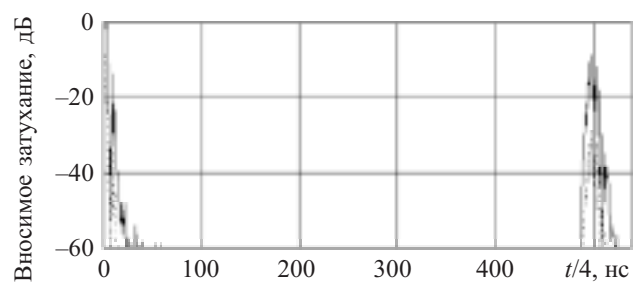


Рис. 2. Импульсный отклик (—) от ненагруженного и нагруженного (---) отражательного ВШП

При изменении величины нагрузки под действием контролируемой физической величины изменяется коэффициент отражения от отражательного ВШП, а следовательно, и амплитуда отраженной ПАВ зависит от изменяющейся физической величины. Установлено, что с изменением активной нагрузки от 50 Ом до бесконечности коэффициент отражения ПАВ в ЛЗ изменяется примерно в 10 раз. Если в качестве сопротивления нагрузки использовать терморезистор, то с помощью предлагаемого датчика можно контролировать температуру, точнее — ее изменение, т. к. полупроводниковые резисторы изменяют свое сопротивление в несколько раз при незначительном изменении температуры.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №07-08-00583.

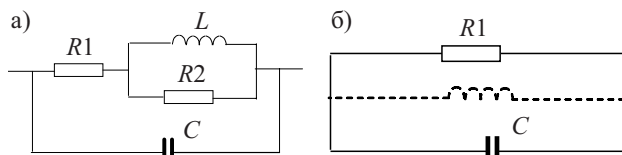


Рис. 3. Эквивалентные схемы терморезистора

Эквивалентная схема терморезистора показана на рис. 3, а [4, с. 41—45]. Установлено, что при определенном соотношении величин $R1$ и $R2$ она может быть упрощена и приведена к виду, представленному на рис. 3, б.

В качестве нагрузки Z использован терморезистор НАТ 102В, который при 25°C имеет сопротивление $1000\ \Omega$ и малую емкость. Тогда в соответствии с выражением

$$R = R_\infty e^{-B/T},$$

где $B = 3100\ \text{K}^{-1}$;

R_∞ — сопротивление терморезистора при высоких температурах;

T — текущая температура, К,

сопротивление терморезистора при 100°C ($T=373\ \text{K}$) составит $122\ \Omega$. Соединяя два таких терморезистора параллельно, получают $61\ \Omega$, т. е. близко к зна-

чению $50\ \Omega$, когда коэффициент отражения ПАВ в ЛЗ минимален.

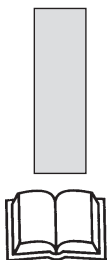
Для экспериментальной проверки два терморезистора НАТ 102В были соединены параллельно. Для компенсации шунтирующего влияния емкости C на частоте $870\ \text{МГц}$ параллельно терморезисторам была подсоединена индуктивность (обозначена пунктиром на рис. 3, б). Исследования подтвердили, что при нагревании, когда сопротивление терморезистора падает и становится близким к $50\ \Omega$, коэффициент отражения уменьшается в $6\text{—}7$ раз ($16\text{—}17\ \text{дБ}$).

Разработка системы «датчик — считыватель» позволит создать системы для беспроводного дистанционного контроля температуры в труднодоступных местах, а также различных биологических объектов.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Криксунов Л. З., Волков В. А., Вялов В. К. и др. Справочник по приборам инфракрасной техники. — К.: Техника, 1980.
2. Карапетян Г. Я., Катаев В. Ф. Пассивный датчик на ПАВ для дистанционного контроля параметров // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. — 2006. — № 5. — С. 53—54.
3. Пат. 2195069 России. Однонаправленный преобразователь поверхностных акустических волн / Г. Я. Карапетян, С. А. Багдасарян. — 08.04 2002.
4. Бессонов Л. А. Нелинейные электрические цепи. — М.: Высшая школа, 1977.

НОВЫЕ КНИГИ



Хансиоахим Блум. Схемотехника и применение мощных импульсных устройств. — М.: Додэка-XXI, 2008. — 352 с.

В книге изложены физические и технические основы создания и применения импульсов высокого напряжения с очень большой мощностью и энергией. Книга представляет собой, по сути, путеводитель по огромному количеству публикаций по данной тематике, как классических, так и современных.

в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции

- Методология и конструкторский синтез источника магнитных полей сложной энергочастотной и поляризационной структуры. (Украина, г. Днепропетровск)
- Применение гибких носителей при сборке кремниевых детекторов. (Украина, г. Киев)
- Органические светоизлучающие структуры — технологии XXI века. (Украина, г. Киев)
- Элементы структуры систем передачи цифровой информации на основе многоуровневых сигналов с компактным спектром. (Украина, г. Одесса)
- Получение катодolumинесцентных структур на базе пленочной технологии. (Украина, г. Винница, г. Киев)
- Анизотропный приемник потоков теплового излучения на основе антимонида кадмия. (Украина, г. Черновцы)
- Температурные и концентрационные зависимости подвижности носителей заряда в твердых растворах $(\text{PbS})_{1-x}(\text{Sm}_2\text{S}_3)_x$. (Азербайджан, г. Баку)
- Программа анализа электромагнитной совместимости цепей печатных плат. (Россия, г. Санкт-Петербург)
- Гетероструктуры, полученные методом отжига монокристаллов InSe в парах серы. (Украина, г. Черновцы)
- Испаритель для термического напыления материалов в вакууме. (Украина, г. Киев)



в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции

в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции