

ЗАО «ЮМИРС»

440600 г. Пенза,
ул. Антонова, дом 3
тел./факс. (841-2) 69-82-72,
e-mail: research@umirs.ru,
http://www.umirs.ru.

ФГАОУ ВПО
«Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического приборостроения»
Ученому секретарю
диссертационного совета
Д 212.233.01
Шелест Д.К.

190000, г. Санкт-Петербург,
ул. Б. Морская, 67

ОКПО 12012114, ИНН 5835015359
ОКАТО 56401000000, КПП 583401001

№ 471/021 от 29.12.14

Г На _____ от _____]

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Пауткина Валерия Евгеньевича

“Разработка технологии формирования кремниевых пьезорезистивных чувствительных элементов микромеханических акселерометров”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.11.14 – «Технология приборостроения».

Рецензируемая работа посвящена актуальной теме – разработке технологии формирования кремниевых пьезорезистивных чувствительных элементов микромеханических акселерометров. Данный класс приборов используется при отладке изделий ракетно-космической техники, а также широко применяется в промышленности для контроля линейных ускорений, ударных процессов. Имеющиеся кремниевые пьезорезистивные микромеханические акселерометры имеют ограниченный температурный диапазон до +85°C, что связано с особенностями построения чувствительных элементов (ЧЭ). Для улучшения характеристик приборов необходимо расширить температурный диапазон измерений. В предложенной работе предложен технологический подход к решению данной проблемы.

Новизна работы заключена в следующем. В рамках работы проведен анализ конструктивно-технологических решений ЧЭ микромеханических акселерометров, определены их преимущества и недостатки, касающиеся технологичности изготовления. Разработана технологическая модель кремниевых пьезорезистивных ЧЭ микромеханических акселерометров, учитывающая влияние температуры на параметры чувствительных элементов. Данная модель позволяет оптимизировать конструктивно-технологические решения для формирования ЧЭ с заданными параметрами. В соответствии с моделью реализована технология формирования ЧЭ, учитывающая дестабилизирующее действие окружающих температур, и основанная на зависимости между выходными параметрами ЧЭ и технологическими режимами их получения. Представлено описание технологии формообразования кристалла ЧЭ, формирования измерительной схемы. Разработана технология формирования пьезорезистивных ЧЭ микромеханических акселерометров, так как она обеспечивает сокращение высокотемпературных операций, длительность технологического процесса. Исключение из технологического процесса высокотемпературной диффузии, проводимой в течении 60...80 мин при температурах до 1050°C, исключает появление термомеханических напряжений в структуре кристалла. Термомеханические напряжения могут вызывать внутренние напряжения в кристалле, что приводит к изменению начального выходного сигнала. Кроме того, разработанная технология приводит к изменению промежуточных операции снятия окисных пленок и химической обработки. Таким образом, представленная технология является оригинальной при создании ЧЭ датчиков.

Практическая значимость работы заключена в разработке оригинальной технологии и изготовлении кремниевых пьезорезистивных чувствительных элементов микромеханических акселерометров с расширенным диапазоном рабочих температур более 100°C и пониженным начальным выходным сигналом более чем в 3 раза (с ± 15 мВ до ± 4 мВ) при воздействии

температуры и температурной погрешностью измерений меньшей в 3 раза (с $\pm 1,5\%$ до $\pm 0,5\%$) по сравнению с аналогами.

К недостаткам работы следует отнести неполное описание преимущества метода анизотропного травления при формообразовании структуры кристалла ЧЭ по сравнению с другими методами, например, плазмохимического травления.

Структура автореферата соответствует структуре диссертационной работы. В общем, работа отвечает требованиям ВАК РФ и «Положения о порядке присуждения ученых степеней», соответствует паспорту специальности 05.11.14 «Технология приборостроения», а ее автор Пауткин В.Е. заслуживает присвоения ему степени кандидата технических наук.

Зам. начальника научно-исследовательской лаборатории, к.т.н.

Александр Евгеньевич
Матвиенко

Собственноручную подпись А.Е. Матвиенко заверяю.

Менеджер по персоналу



Е.А. Вельдина