

ный универсальной оптикой третьего поколения HCS-OPTICS, с высоким оптическим разрешением и контрастом, с плавным автоматическим изменением апертурной диафрагмы. Микроскоп оснащен прецизионным сканирующим столиком LSTEP13 с минимальным шагом сканирования по осям X и Y 0,2 мкм и точностью позиционирования не хуже 0,1 мкм. В состав комплекса также входит цифровая камера Nikon Digital Sight DsFi1.

Наличие сканирующего прецизионного столика позволяет оцифровывать топологию при большом увеличении микроскопа, а затем отдельные записанные компьютером кадры «сшивать» в единое изображение. Количество кадров в «сшитом» изображении может достигать нескольких тысяч. Точность позиционирования столика позволяет совмещать кадры изображения без искажений и значительных рассовмещений, что существенно облегчает работу по анализу изображений [2].

Электронная оцифровка может быть использована для так называемого «обратного проектирования». По видеоизображению кристалла ИС восстанавливают электрическую схему. Моделируют имеющимися средствами САПР, используя модели транзисторов в соответствии с существующими на предприятии техпроцессами. Затем корректируют схему по результатам моделирования и разрабатывают уже свою топологию, которая идет в производство.

Таким образом, с учетом эффективности и рентабельности метода электронной оцифровки изображения поверхности, этот метод может быть многообещающим подходом для широкого применения в исследованиях вертикальных структур. Данная работа помогает выявить дефекты ИМС на различных стадиях их производства, что позволяет оптимизировать их производство в дальнейшем и уменьшить брак, а следовательно увеличить выпуск годной продукции и прибыль.

Литература

1. Ефимов, И.Б. Микроэлектроника. Физические и технологические основы, надежность / И.Б Ефимов, И.Я. Козырь, Ю.И. Горбунов. – М.: Высшая школа, 1986. – 464 с.
2. Солодуха, В.А. Современные методы и оборудование для исследования полупроводниковых структур микро- и наноэлектроники в центре коллективного пользования «Белмикроанализ» ОАО «ИНТЕГРАЛ» / В. А. Солодуха [и др.] // Сборник трудов VIII Украинской конференция по физике полупроводников. – Ужгород : Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича, 2018. – С. 402–403.

УДК 681.2

КОЛЬЦЕВЫЕ МЭМС-ГИРОСКОПЫ

Студент гр. 11310119 Михайлов В. В.

Ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Кольцевые гироскопы (рис. 1) относят к классу вибрационных. Чувствительный элемент (ЧЭ) выполнен в виде кольцевой кремниевой пластины. Магнитоэлектрический датчика приводит резонатор в режим вибрации [1].

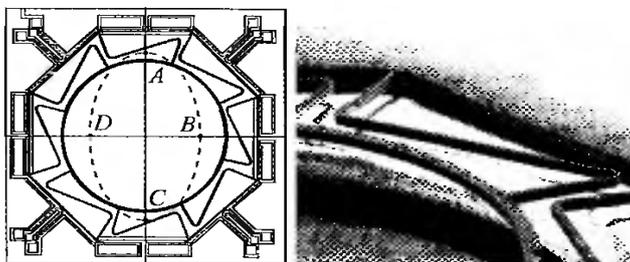


Рис. 1. ЧЭ гироскопа с кольцевым резонатором [1]

При вращении резонатора вокруг оси, нормальной к плоскости корпуса, момент сил инерции Кориолиса вызывает прецессию стоячей волны. В инерциальном пространстве, зная положение стоячей волны, которое зависит от угловой скорости, можно получить данные об угле поворота основания гироскопа [1].

Стоячая волна возникает в кольце при действии сил, приложенных к участкам кольца между точками крепления. По периметру имеется 8 таких участков [1].

Электроника датчика состоит из системы возбуждения и стабилизации амплитуды колебаний ЧЭ, а также из системы измерения выходного сигнала и подавления, сдвинутого по фазе на 90° .

Среди достоинств данных гироскопов выделяют наличие колебаний только в одной плоскости, пониженная чувствительность к внешним вибрациям, резонансные частоты по оси возбуждения и измерения равны [1].

Графики зависимости параметров для двух резонансных контуров с центральными частотами f_1 и f_2 показаны на рисунке 2:

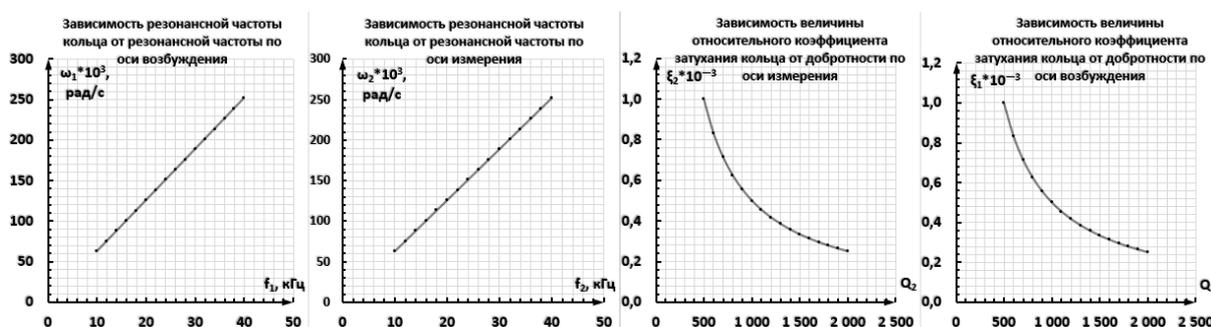


Рис. 2. Графики зависимости параметров кольцевых МЭМС-гироскопов

На графиках видно, что зависимости по оси измерения и возбуждения имеют одинаковый вид, из этого следует, что выполняется условие $Q_1 = Q_2$, а $f_1 < f_2$, а значит отсутствуют явления расщепление резонансной частоты и разнороботности, приводящие к нежелательным эффектам при создании контуров управления.

Литература

1. Распопов, В.Я. Микромеханические приборы : учебное пособие / Распопов В.Я. – М. : Машиностроение, 2007 – 400 с.

УДК 621

ТРАНЗИСТОРНЫЕ НАНОГЕТЕРОСТРУКТУРЫ ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Студент гр. 11310119 Михайлов В.В.

Кандидат физ. -мат. наук, доцент Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Тенденция к увеличению производительности и улучшения параметров микропроцессоров требует размещение большего числа транзисторов на кристалле. Чтобы этого достичь требуется уменьшать геометрические размеры самих транзисторов: уменьшить длину канала (и затвора при этом толщина подзатворного оксида составляет около 3-х атомных слоев. Это позволит увеличить быстродействие и снизить потребляемую мощность [1].

Основная используемая структура – это кремниевые МОП-транзисторы – металл, диэлектрик, полупроводник (рис. 1). Значение длины канала достигает около 100 нм.

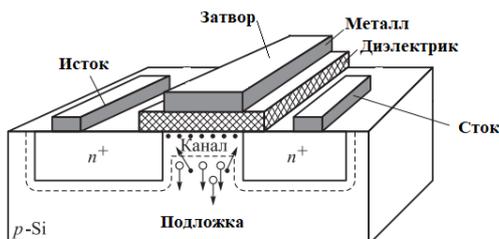


Рис. 1. Схема интегрального МОП-транзистора [1]