

кварца $n(\text{Cr})=3,668+4,18j$, $n(\text{SiO}_2)=1,444$ по данным [3, 4]. Результаты расчетов на длине волны $\lambda=1530$ нм показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетное пропускание и отражение пленки хрома

	Толщина пленки хрома, нм						
	0	25	50	75	100	125	150
Пропускание, %	93,6	17,8	6,7	3,0	1,3	0,6	0,3
Отражение, %	6,4	41,5	57,9	63,6	64,3	63,6	62,9

Из полученных данных следует, что маска хрома обладает заметным пропусканием при толщинах несколько десятков нанометров. Данные таблицы 1 позволяют выбрать толщину амплитудной маски с позиций технологии изготовления и необходимого контраста дифракционной картины.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 18-29-20045/18-мк).

Список использованных источников

1. Сойфер, В.А. Дифракционная компьютерная оптика [Текст] / под ред. В.А. Сойфера. – М.: Физматлит, 2007. – 734 с.
2. Путилин. Э.С. Оптические покрытия. Учебное пособие [Текст] / Э.С. Путилин. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 227с.
3. Johnson, P.B. Optical constants of transition metals: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, and Pd [Текст] / P.B. Johnson, R.W. Christy // Phys. Rev. B. – 1974. – Vol. 9 – Pp. 5056-5070.
4. Malitson, I.H. Interspecimen comparison of the refractive index of fused silica [Текст] / I.H. Malitson // J. Opt. Soc. Am. – 1965. – Vol. 55. – Pp. 1205-1208.

УДК 53.087.92; 621.382

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРРЕКЦИИ РАСЩЕПЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВИБРАЦИОННОГО МЭМС-ГИРОСКОПА ПУТЁМ УДАЛЕНИЯ ЧАСТИ МАТЕРИАЛА РЕЗОНАТОРА

В.А. Зеленский, М.В. Капалин

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Одной из важнейших частей инерциальной навигационной системы является гироскоп. В настоящее время широкое распространение получили устройства, относящиеся к категории микроэлектромеханических систем (МЭМС). Среди них выделяются вибрационные кольцевые гироскопы

(ВКГ). Основным недостатком таких устройств является наличие квадратурной ошибки, что приводит к значительному ухудшению метрологических характеристик гироскопа [1]. Главной причиной возникновения ошибки является технологическая сложность создать резонатор идеальной формы. Отсутствие же абсолютной симметрии конструкции приводит к появлению дисбаланса масс в резонаторе. И чем больше выражен этот дисбаланс, тем больше значение расщепления частоты $\Delta\omega$. В работе [2] подтверждена квадратичная зависимость ухода показаний гироскопа Ω от значения расщепления частоты, т.е. $\Omega \sim (\Delta\omega)^2$, град/час.

Существуют различные подходы к решению вышеописанной проблемы, один из которых заключается в механическом устранении дисбаланса масс с помощью удаления части материала резонатора. В то же время, в источниках не указаны количественные оценки эффективности данного способа, что обуславливает актуальность данного исследования.

В работе использовалась трехмерная модель резонатора, представленная на рисунке 1. В ходе исследования сначала были рассчитаны значения резонансных частот интересующих форм колебаний и их разность – расщепление частоты для конструкции без дефектов. После этого было добавлено несколько дефектов в виде дополнительной массы по внешней стороне кольца, получены значения интересующих частот и их разность. Следующим этапом исследования стало удаление материала с целью минимизировать значение расщепления частоты.

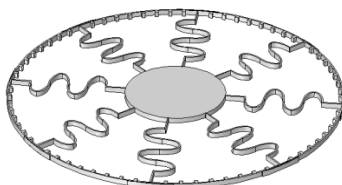


Рисунок 1 – Модель резонатора МЭМС-гироскопа

Как показывают результаты эксперимента (Таблица 1), наличие дефектов приводит к увеличению частоты расщепления.

Таблица 1 – Результаты модельного эксперимента

Образец резонатора	Резонансные частоты, Гц		Расщепление частоты, Гц
	По осям возбуждения	По осям чувствительности	
Исходный	4521,82	4521,90	0,08
С дефектом	4508,79	4509,04	0,25
После коррекции	4522,15	4522,21	0,06

Однако при последующей коррекции путём удаления части материала расщепления частоты стало несколько меньше, чем у исходного образца. Это позволяет утверждать, что данный метод эффективен для коррекции значения расщепления частоты резонатора кольцевого типа, и разработка конструкций резонаторов, позволяющих корректировать величину расщепления частоты МЭМС-гироскопов в более широком диапазоне, является перспективным направлением исследований.

Список использованных источников

1. Волчихин И. А., Волчихин А.И., Малютин Д.В. и др. Волновые твердотельные гироскопы (аналитический обзор) // Известия ТулГУ. Технические науки. 2017. Вып. 9. Ч 2. С. 59 – 78.
2. Нарайкин О. С., Сорокин Ф.Д., Козубняк С.А. и др. Численное моделирование прецессии упругой волны в цилиндрическом резонаторе волнового твердотельного гироскопа с неоднородным распределением плотности // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2017. №5. С. 41- 51.

УДК 66.08

ГЕРМЕТИЗАЦИЯ МИКРОФЛЮИДНЫХ СИСТЕМ НА СТЕКЛЯННЫХ ПОДЛОЖКАХ ДИФфуЗИОННЫМ МЕТОДОМ

А.А. Ляпина

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Микрофлюидика является прикладным научным направлением, нашедшим применение в различных областях, таких как фармакология, приборы для экспресс-диагностики, молекулярная биология, газовая и жидкостная хроматография, прикладная кристаллография. Микрофлюидные системы могут выступать в роли систем охлаждения в высокопроизводительных микросхемах, микрореакторов для точного смешивания реагентов, определения веществ в биочипах в системах экспресс-тестирования и т.д.[1]

Одним из ключевых этапов изготовления планарных микрофлюидных систем является герметизация. Для проведения этого этапа используют склейку, анодное сращивание, соединение за счет образования силиконовых связей, диффузионные методы и т.д.[2]

В данной работе исследовалась возможность герметизации микрофлюидных систем на подложках из натриевого стекла диффузионным методом. Одним из основных преимуществ данного метода является его сравнительная простота, т.к. не требуется дополнительной