

# Исследование поведения магниторезистивных структур на диэлектрической мембране

Н.А. Дюжев<sup>1</sup>, А.С. Юров<sup>1</sup>, М.Ю. Чиненков<sup>1,\*</sup>, П.Ю. Глаголев<sup>1</sup>, Н.С. Мазуркин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Национальный исследовательский университет «МИЭТ», площадь Шокина, дом 1, г. Москва, г. Зеленоград, 124498.

\*chinenkov@inbox.ru

В данной работе исследовано поведение магниторезистивных структур, изготовленных на тонкой диэлектрической мембране из Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, в зависимости от механических воздействий и воздействия магнитного поля. Рассмотрена возможность использования таких структур для создания на их основе магнитных МЭМС-акселерометров.

## Введение

Свойства анизотропных магниторезистивных структур дают основания для предположения о возможности создания на их основе устройств сочетающих в себе упругие свойства подложки и высокую чувствительность к магнитному полю, в частности акселерометров. Однако, для решения этой задачи необходимо создание эффективной системы гибкая подложка - магниторезистивная структура. В данной работе рассматривается поведение магниторезистивной структуры, расположенной на гибкой диэлектрической мембране, в магнитном поле, в частности смещение мембраны под действием ускорения.

## Основная часть

Магниторезистивный датчик 1 чувствителен к x-компоненте магнитного поля (рисунок 1). Данная составляющая магнитного поля зависит как от расположения самого магнита 2, так и от направления намагниченности в магните. При действии ускорения мембрана 3 начинает прогибаться в z направлении. Соответственно, чем больше это отклонение, тем больший выходной сигнал можно получить с магниторезистивной структуры.

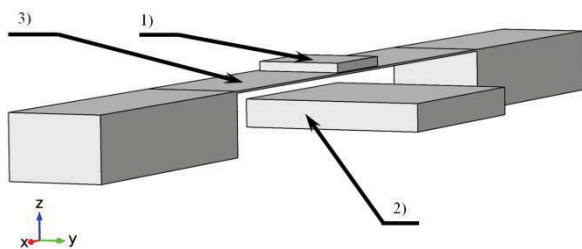


Рис. 1. Система мембрана-сенсор: 1) магниторезистивный датчик 2) магнит 3) мембрана

Увеличение смещения мембраны достигается за счет создания гофрированных сегментов по краям мембраны [1, 2]. В рамках моделирования было рассмотрено влияние количества гофрированных сегментов и глубины гофра на прогиб мембраны и выходной сигнал сенсора. Результаты моделирования показывают, что конструкция с гофрированными краями существенного прироста величины смещения мембраны не приносит.

Введение промежуточного слоя SiO<sub>2</sub> может увеличить смещение мембраны, а также уменьшить механические напряжения в конструкции [1]. Было произведено моделирование трехслойной структуры Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-SiO<sub>2</sub>-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Толщина слоев оксида варьировалась от 50 до 500 нм. Результат данного моделирования подтверждает снижение напряжений в конструкции, однако, при этом величина смещения не увеличивается.

Была произведена оценка выходного сигнала от величины прогиба мембраны. При максимальном отклонении мембраны в 12 мкм величина выходного сигнала составила 10,8 мВ.

## Заключение

Подводя итоги можно сделать следующие выводы:

- Максимальное смещение плоской однослойной мембраны толщиной 2 мкм при ускорении 10g составляет 12 мкм, что позволяет достичь уровня выходного сигнала 10,8 мВ;
- Увеличение глубины гофрированных сегментов по краям мембраны приводит к увеличению смещения мембраны;

- Увеличение числа гофрированных сегментов не приводит к увеличению смещения мембраны;
- Введение промежуточного слоя оксида кремния не приводит к увеличению смещения мембраны, но приводит к снижению напряжения в конструкции.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ ГК № 14.578.21.0188 (Уникальный идентификатор соглашения RFMEFI57816X0188).

## Литература

1. Лучинин В.В. и др. Нанотехнология: Физика, процессы, диагностика, приборы // М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 552 с., ISBN 5-9221-0719-4.
2. С.Д. Пономарев, Л.Е. Андреева. Расчет упругих элементов машин и приборов // М.: «Машиностроение», 1980. – 326 с.