

электронный журнал

МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

Издатель: ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»

Применение теплового микроэлектромеханического актюатора в современной технике

Аспирант,
кафедра «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры»:
Козлов Д. В.

УДК 621.486

МГТУ им. Н.Э. Баумана
risc3@mail.ru

Введение

Тепловой микроэлектромеханический актюатор - устройство, преобразующее энергию в управляемое движение или механическое перемещение и имеющее размеры от нескольких квадратных микрометров до нескольких квадратных сантиметров. Эти устройства занимают одну из главенствующих позиций среди всех микроэлектромеханических изделий, ввиду широкого разнообразия выполняемых ими функций и возможности их использования во многих областях современной науки, техники и быту.

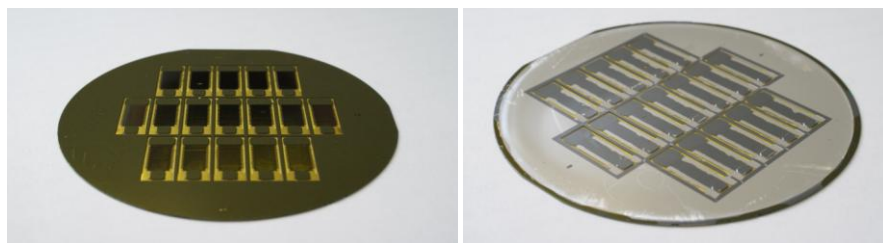


Рис. 1. Пластина с микроэлектромеханическими актюаторами

В исходном состоянии микроэлектромеханический актюатор представляет собой изогнутую консольную биморфную балку, выполненную в монокристаллической кремниевой пластине, со сформированными V-образными канавками, заполненными полиимидом. При подаче разности потенциалов на алюминиевые проводники, имеющие с кремнием электрический контакт, за счет теплового расширения кремния и полиимида, различий в их ТКЛР, актюатор отклоняется от исходного положения, причем угол отклонения тем больше, чем выше температура.

Представлены результаты исследования динамических характеристик микроэлектромеханического актюатора. Экспериментально установлена зависимость изменения температуры на поверхности устройства и угла его отклонения во времени при различных электрических напряжениях. Измерения выполнены с использованием стенда на основе высокоточного пирометра, гониометра и установки, генерирующей входной сигнал на актюаторе. В течение двух минут на актюатор поочерёдно подавались напряжения в 3, 6, 9, 12 и 15 В. и измерялись температурные временные зависимости. Также была проведена проверка надежности устройства, включающая в себя 300 циклов при напряжении 15 В. Графические зависимости представлены на рисунке 2.

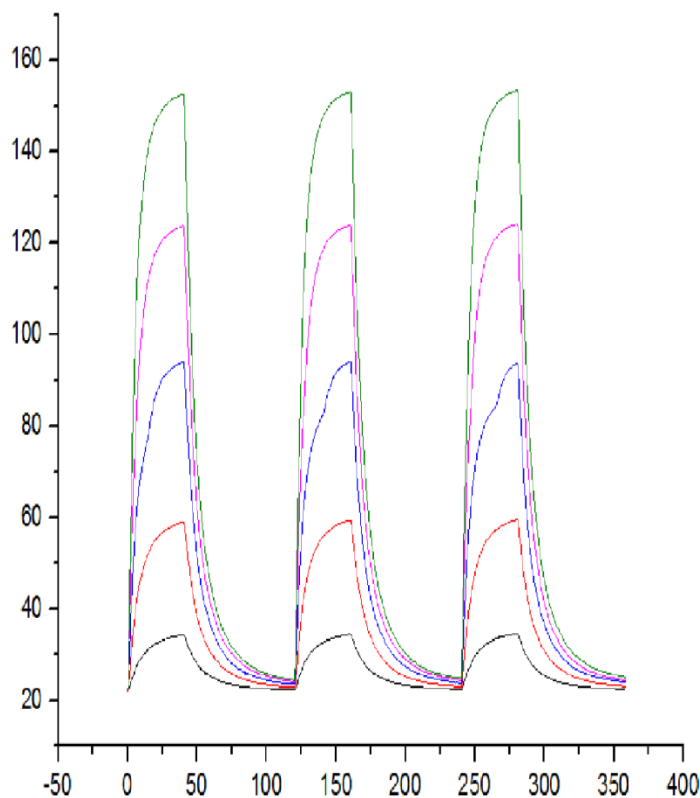


Рис. 2. Зависимость температуры на актюаторе от времени

Как видно, с увеличением значения электрического напряжения, подаваемого на актюатор, происходит рост температуры на устройстве. Точность отклика системы на рост напряжения достаточно высока, что говорит о возможности использования актюаторов для высокоточной регулировки, например, антенн..

Установлены зависимости изменения угла, на который отклонялся испытуемый образец, во времени при воздействии электрического напряжения в 20 В.

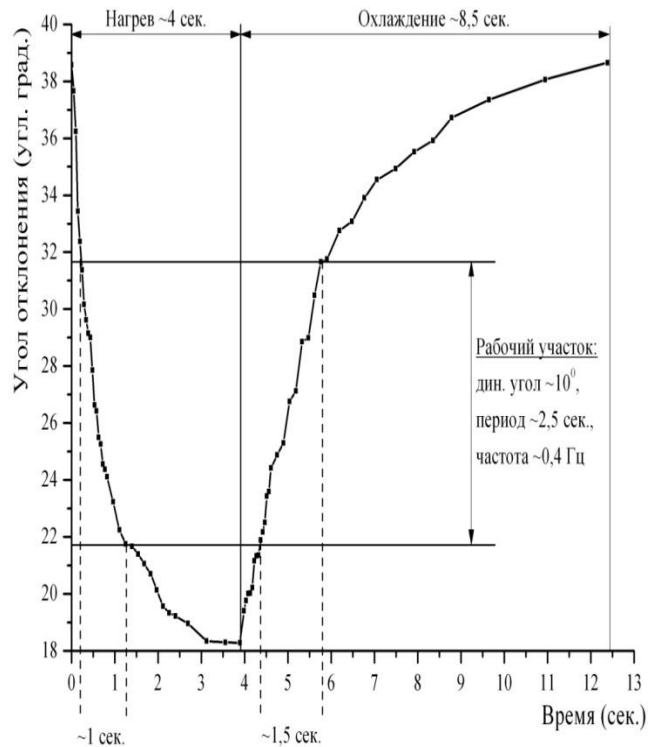


Рис. 3. Зависимость угла отклонения актюатора от времени

Небольшие отклонения на графике от «правильной» формы вызваны не стационарными условиями измерения. Нагрев структуры длится в течение 4 секунд (после данного времени состояние актюатора стабилизируется и угол отклонения, как и температура, не меняются), а на остывание актюатора до исходной температуры после снятия напряжения требуется не менее 8,5 секунд. Полученные значения являются принципиальными при использовании устройства в системах микроперемещений, так как скорость перемещения объекта, обусловленная динамическими характеристиками исполнительного элемента — один из наиболее важных параметров системы. Для оптимизации работы устройства предлагается использовать суженный рабочий диапазон, обеспечивающий более высокую скорость отклика системы на воздействие электрического напряжения. Так, время на нагрев снижается до 1 секунды (в 4 раза меньше), а остывание происходит за 1,5 секунды (в 6 раз меньше), при этом динамический угол по сравнению с вариантом с полным диапазоном уменьшается всего лишь в 2 раза и составляет величину 10 угловых градусов. Частота работы оптимизированной системы составляет 0,4 Гц. Негативным эффектом от использования суженного рабочего диапазона кроме уменьшения динамического угла также является увеличение энергопотребления вследствие необходимости поддерживать начальное положение актюатора даже в моменты «простоя» системы, когда действия по перемещению объекта не производятся. Но, тем не менее, это остаётся одним из эффективнейших приёмов для регулирования частоты работы системы без изменения конструкции и технологии изготовления исполнительных элементов. Таким образом, задаваясь значением динамического угла, необходимого для конкретных условий применения актюатора, возможно установить оптимальный параметр частоты его работы.

Заключение

По результатам испытаний сделаны следующие выводы:

- тепловой микроэлектромеханический актюатор является высокоточным устройством, способным выдержать циклические нагрузки;
- в ходе проведённых исследований установлены основные динамические характеристики актюатора: время нагрева, остывания и максимальная температура на устройстве при воздействии различных управляющих сигналов.
- регулирование рабочего диапазона актюатора может обеспечить более высокую скорость отклика системы на воздействие управляющего сигнала, значительно снизив время на нагрев и остывание, что позволяет установить оптимальную частоту работы устройства;
- актюатор – устройство, сохраняющее динамические температурные характеристики при непрерывной работе. Стабильность изменения максимальной температуры после 300 циклов подачи напряжения оценена погрешностью характеристик, составляющей менее 0,5%, что во многом обусловлено инструментальной погрешностью измерительных средств.

Литература

1. А.А.Жуков, А.С.Корпухин, Е.А. Гринькин. Микросистемный биморфный привод устройств космической робототехники. – Труды 19-й Всероссийской НТК "Экстремальная робототехника". – Санкт-Петербург: ГНЦ «Центральный научно-исследовательский институт робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК)», 2008
2. С.П.Тимошенко, А.А.Жуков, А.А. Захаров. Биморфный балочный актюатор с V-образными полиимидными канавками. Нано - и микросистемная техника. 2007. № 7. С. 60-64
3. А.А. Жуков, А.С. Корпухин, Д.В.Козлов, И.П.Смирнов. Методика измерений деформационных характеристик микроактюаторов. Сборник статей Второй Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы ракетно-космического приборостроения и информационных технологий». М., Изд-во «Радиотехника». 2010, с.228-233