

08;12
©1994

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АКТЮАТОРЫ С ПРЕЦИЗИОННЫМ КОНТРОЛЕМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

*М.Вайнахт, Г.Мартин, Е.А.Тараканов,
Н.К.Юшин*

Актюаторы на основе электрострикционной и пьезоэлектрической сегнетокерамики используются для точного позиционирования в различных механических и оптических системах. Среди актюаторов различают многослойные конструкции, использующие продольную электростриксию (см. вставку на рис. 2) и биморфы, основанные на поперечной электрострикции [1,2]. При использовании актюаторов нерешенной проблемой остается точный контроль перемещения, так как развиваемое перемещение зависит от нагрузочной характеристики актюатора и меняется в зависимости от условий функционирования.

На рис. 1 в качестве примера приведена зависимость перемещения, развиваемого многослойным актюатором, описанным в [1,2], от нагрузки, прилагаемой вдоль направления перемещения. Известно, что нагрузочная характеристика зависит от упругих свойств материала (модуля Юнга) и геометрии актюатора.

Для того, чтобы учесть влияние нагрузки и регистрировать реальные перемещения, в данной работе предлагается измерять развиваемое актюатором перемещение по изменению резонансной частоты устройств на поверхностных акустических волнах (ПАВ), что и было реализовано с использованием фильтра для систем телекоммуникаций на ПАВ с центральной частотой около 169 МГц. В эксперименте для создания деформации использовался электрострикционный актюатор длиной 10 мм, обеспечивавший максимальное перемещение 10 мкм. Резонансный фильтр на ПАВ приклеивался со стороны кварцевой подложки к поверхности электрострикционного актюатора так, что направление перемещения в актюаторе совпадает с направлением распространения ПАВ, а величина перемещения актюатора совпадает, как показано в данной работе, с изменением размеров подложки фильтра. На рис. 2 приведена начальная частотная зависимость пропускания фильтра и смещенные частотные характеристики при различных напряжениях на

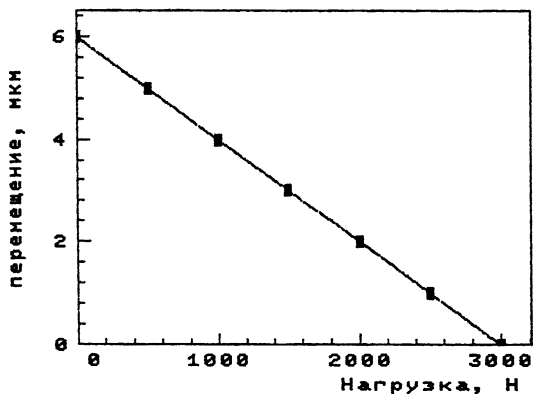


Рис. 1. Зависимость перемещения, развиваемого актюатором при напряжении $V = 250$ В, от нагрузки.

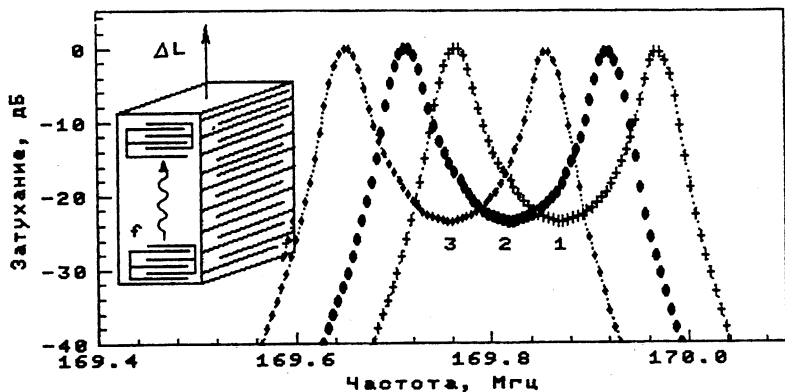


Рис. 2. Частотные характеристики фильтра на ПАВ при напряжении на актюаторе 1 — 0, 2 — 100, 3 — 350 В. На вставке схематически показан многослойный актюатор с фильтром на ПАВ на боковой поверхности.

актюаторе, соответствующие различной степени деформации актюатора и фильтра. Видно, что при увеличении напряжения происходит смещение частотной характеристики пропускания фильтра без сколь-нибудь заметного изменения формы этой характеристики. Относительный сдвиг частоты фильтра и относительное перемещение актюатора, измеренное в оптическом интерферометре в зависимости от приложенного напряжения, приведены на рис. 3.

Сравнение зависимостей показало, что они совпадают с точностью до погрешности эксперимента. Таким образом, в эксперименте при относительной точности измерения

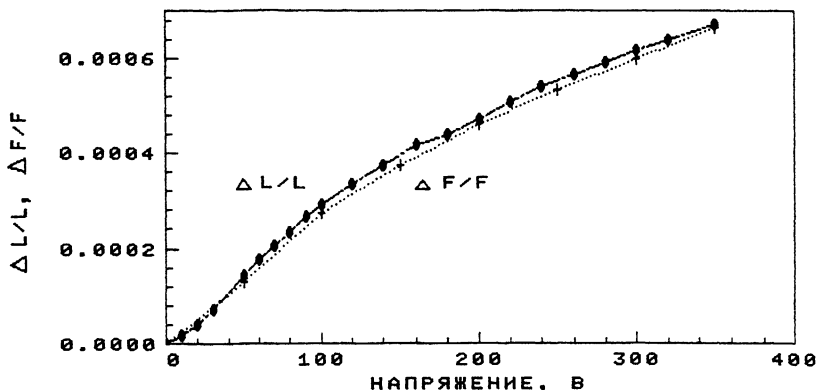


Рис. 3. Зависимости относительного сдвига частоты фильтра и деформации актюатора от напряжения на актюаторе.

смещения частоты 0.001% обеспечивается точность измерения позиционирования 0.1 нм, достижимая только в прецизионных оптических системах. Следует отметить, что для продольной электрострикции (так же как и при использовании пьезоэлектрического актюатора) максимальное изменение длины, а соответственно и частоты резонанса фильтра ПАВ для существующих ныне материалов и актюаторов [1], составляет 0.1% от первоначального значения, при этом знак сдвига частоты не меняется при изменении знака управляющего напряжения.

В принципе изменить знак сдвига частоты можно при использовании поперечной электрострикции (или пьезоэффекта), в этом случае подложка фильтра на ПАВ должна быть ориентирована так, что изменение размеров перпендикулярно направлению внешнего электрического поля, вызывающего деформацию. Однако поддержание постоянного значения перемещения, которое требуется для компенсации разброса, возможно лишь при подаче постоянного смещающего напряжения в течение всего времени функционирования фильтра. В то же время для создания фиксированного сдвига частоты возможно использование свойств керамики с памятью формы [3]. Свежеприготовленная керамика этого состава находится в антисегнетоэлектрическом состоянии, но при приложении электрического поля, превышающего некоторое критическое значение (10 кВ/см), происходит индуцированный полем переход в стабильное, не разрушаемое внешними воздействиями сегнетоэлектрическое состояние с продольной деформацией $2 \cdot 10^{-3}$ и поперечной деформацией $4 \cdot 10^{-4}$. Наши предварительные эксперименты показали

возможность увеличения резонансной частоты фильтра на 0.04%.

Объединение свойств электрострикционного актюатора и приборов на ПАВ позволяет получить принципиально новые свойства и для последнего класса устройств: подстройка и переключение резонансной частоты фильтров ПАВ, что может быть использовано в системах телекоммуникаций и для компенсации технологического разброса частот резонанса при производстве фильтров.

Сформулированные принципы контроля позиционирования могут быть применены в точном машиностроении и адаптивной оптике, а также в микроэлектронике.

Список литературы

- [1] *Lemanov V.V., Yushin N.K., Smirnova E.P., Sotnikov, Tarakanov E.A., Maksimov A.Yu.* // *Ferroelectrics*. 1992. V. 137. P. 139-144.
- [2] *Юшин Н.К., Смирнова Е.П., Сотников А.В., Тараканов Е.А., Максимов А.Ю.* Изв. АН. Сер. физ. 1993. Т. 57. В. 3. С. 36.
- [3] *Furuta A., Oh K-Y., Uchino K.* // *Sensors and materials*. 1992. V. 3. P. 205-215.

Физико-технический институт
им. А.Ф.Иоффе
Санкт-Петербург
Институт физики твердого тела
Дрезден, Германия

Поступило в Редакцию
12 января 1994 г.
