

Технологии манипуляции отдельными атомами имеет на сегодняшний день более новый и качественный уровень благодаря возможностям атомно-силового микроскопа. Используя наконечник атомно-силового микроскопа возможны размещения единичных атомов на поверхность кристалла. Это является большим шагом на пути разработки нового поколения микроэлектромеханических систем, логических схем и устройств хранения данных на основе отдельных атомов.

УДК 62-868.8

## **РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АКТЮАТОРОВ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Студент гр.11310113 Жданко Т. М.

Канд. техн. наук доцент Кузнецова Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Разработки и исследования в области пьезодвигателей стимулируются потребностями контроля за микроперемещениями в сверхточных приборах, дешёвой и характеристиками пьезоматериалов.

Целью данной работы является рассмотрение и анализ конструкций следующих современных пьезодвигателей: клапаны для микронасосов с пьезоэлектрической активацией, микронасосы перистальтического типа, осевой толкающий мотор, мотор бегущей волны, мотор стоячей волны, линейный пьезодвигатель, шаговый пьезодвигатель, фрикционный пьезодвигатель. Изучение материалов для изготовления пьезоактюаторов, рассмотрение их недостатков и преимуществ, массогабаритных характеристик и областей их применения в современной электронике.

Рассмотрены наиболее распространенные материалы для изготовления пьезоактюаторов, приведены их основные характеристики, произведено их сравнение. В ходе сравнения материалов были выявлены три наиболее перспективных материала. В результате расчетов этих трех пьезокерамических материалов: титаната цирконата свинца марки 850 N-2 (APC-850 N-2), титаната цирконата свинца марки 856 (APC-856), лангатата, на предмет пригодности и наибольшей эффективности в выбранной микроэлектромеханической системе было выяснено, что наибольшим линейным перемещением –  $\Delta l_{3\max}$  обладает материал лангатат ( $\Delta l_{3\max} = 195$  нм), который превосходит два других материала по этой характеристике: титанат цирконата свинца марки 850 N-2 – на 40%, титанат цирконата свинца марки 856 (APC-856) – на 5%. Также лангатат создает наибольшее, среди рассчитанных материалов, максимальное рабочее усилие  $F_{3\max} = 9,471$  кН, которое в разы больше чем у двух других материалов: титанат цирконата свинца

марки 850 N-2 – в 3,3 раза, титанат цирконата свинца марки 856 – в 2,9 раза. Это делает ланггат наиболее пригодным материалом из рассмотренных для печатной головки струйного принтера с пьезоактивацией.

УДК 543.443

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОГРАФИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И ФАЗОВОГО СОСТАВА ТОНКИХ ПЛЕНОК**

Студент гр. 11304113 Навицкий А. Н.

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

Белорусский национальный технический университет

Дифракция частиц – рассеяние микрочастиц (электронов, нейтронов, атомов и т. п.) кристаллами или молекулами жидкостей и газов, при котором из начального пучка частиц данного типа возникают дополнительно отклоненные пучки этих частиц; направление и интенсивность таких отклоненных пучков зависят от строения рассеивающего объекта. Именно данное явление лежит в основе ряда методов исследования структуры и фазового состава тонких пленок, которые находят широкое применение в технологии микро и наноэлектроники.

Электроннография представляет собой метод изучения структуры вещества, основанный на рассеянии ускоренных электронов исследуемым образцом. Применяется для изучения атомной структуры кристаллов, аморфных тел и жидкостей, молекул в газах и парах. Физическая основа электроннографии – дифракция электронов; при прохождении через вещество электроны, обладающие волновыми свойствами, взаимодействуют с атомами, в результате чего образуются отдельные дифрагированные пучки. В настоящей работе изучены конструкция и принцип работы электронографа ЭМР-102, определена постоянная прибора и освоена методика расшифровки электронограмм от поликристаллических пленок.

Электроннография принадлежит к дифракционным структурным методам (наряду с рентгеновским структурным анализом и нейтронографией) и обладает рядом особенностей.

Электроннография позволила изучать атомные структуры огромного числа веществ, существующих лишь в мелкокристаллическом состоянии. Она обладает также преимуществом перед рентгеновским структурным анализом в определении положения легких атомов в присутствии тяжелых (методам нейтронографии доступны такие исследования, но лишь для кристаллов значительно больших размеров, чем для исследуемых в электроннографии).