

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ НА ЭЛЕКТРЕТНОМ НОСИТЕЛЕ ТУННЕЛЬНЫМ ТОКОМ

© 2016 г. А.С. ВИШНЕВСКИЙ, П.А. ЛУЧНИКОВ, А.А. НАЗАРЕНКО, М.В. УТЮГОВА

Московский технологический университет (МИРЭА)

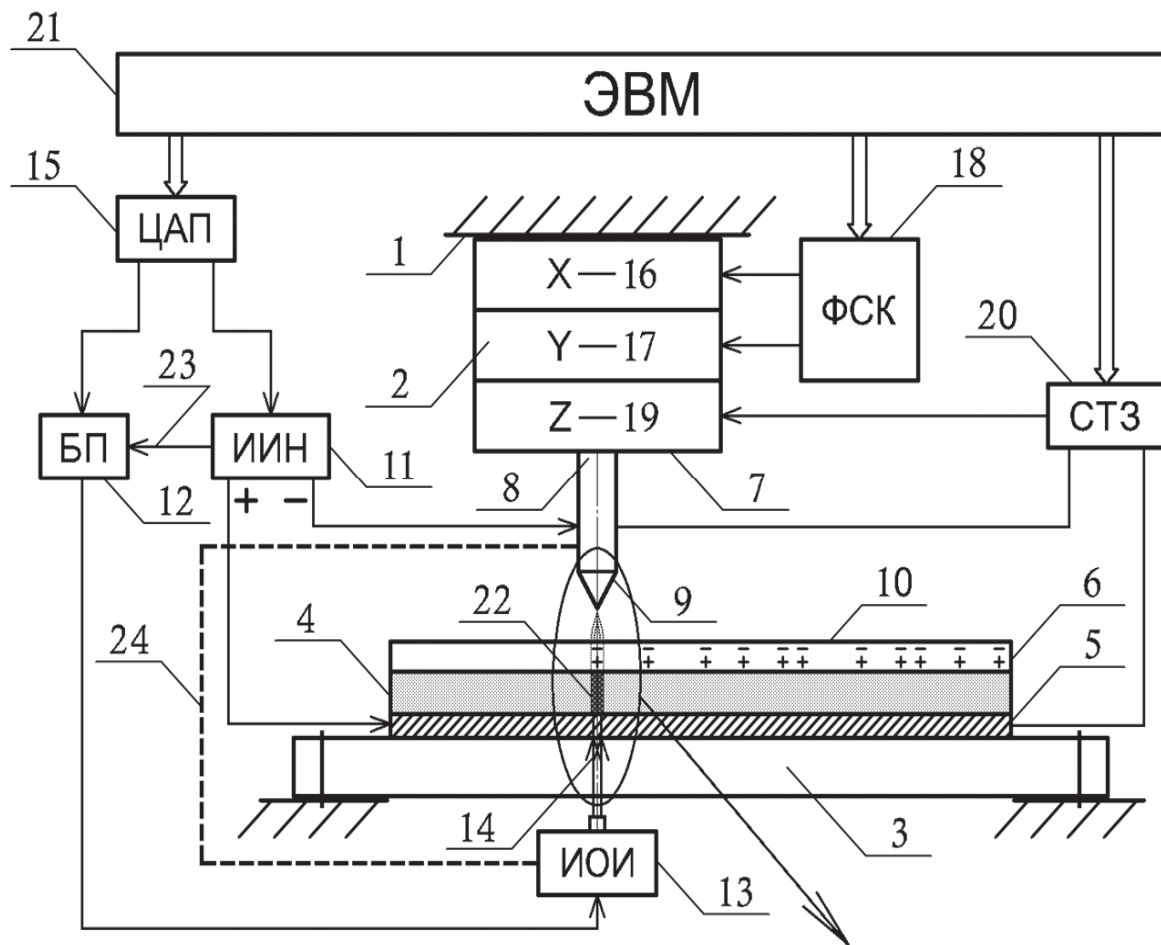
Многочисленные устройства записи и хранения информации на диэлектрическом и магнитном носителе используют явления образования на наноразмерном слое-носителе заряженных или намагниченных нано- и микроразмерных областей [1-3]. При записи на диэлектрическом носителе процесс нанесения заряда на поверхность диэлектрика может осуществляться путем инжекции туннельного или разрядного тока по схеме игла-плоскость [3, 4]. Основные рабочие характеристики таких устройств определяются как электрофизическими параметрами диэлектрика так и конструктивной схемой осаждения инжектируемого заряда. В качестве диэлектрического носителя информации используются наноразмерные слои на основе полимеров, которые обладают хорошими электретными свойствами [5-7]. Электретный эффект в полимерных пленках позволяет сохранять записанную на поверхности слоя пленки длительное время, а в ряде случаев в качестве носителя информации используют фотоэлектретные полимеры, например, поливинилкорбазол, который позволяет управлять временем хранения заряда записи. Последний принцип успешно применяется в устройствах записи информации в печатающих устройствах на бумажном носителе, например в принтерах.

Для повышения плотности записи информации диэлектрический носитель выполняется наноразмерной толщины, которую обеспечивают технологии вакуумного осаждения слоя из газовой фазы. Полимерный электретный материал наносится на диэлектрическое основание путем осаждения из газовой фазы при распылении исходного материала в плазме тлеющего [8, 9] и высокочастотного разряда [10, 11] или при распылении полимерной мишени за счет воздействия потока ускоренных электронов [12, 13], т.е. электронно-лучевом диспергировании.

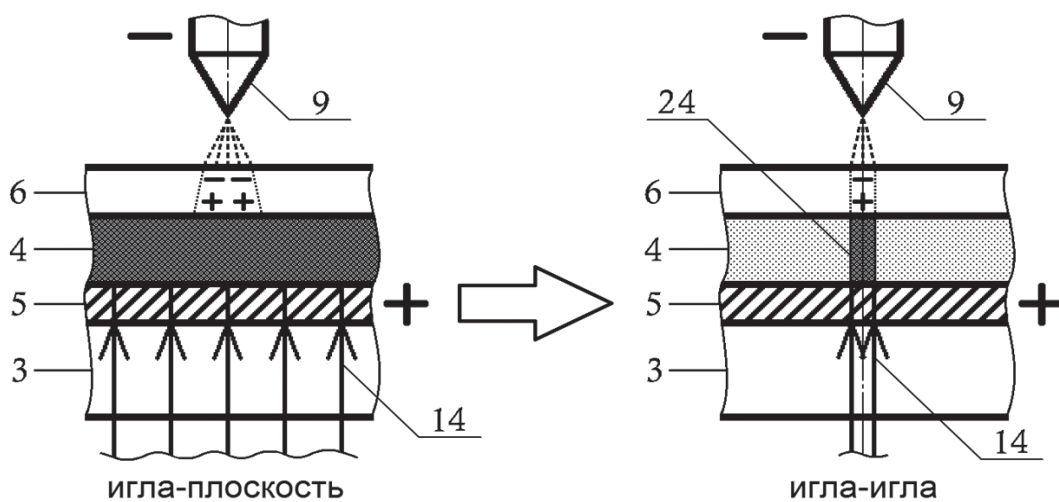
В [3] рассмотрено устройство записи на электретном носителе в котором запись информации осуществляется туннельным током с острейного элемента при управлении процессом сканирования по поверхности носителя в автоматизированном режиме от ЭВМ. В отличие от этого устройства в [4] предложено устройство (Рис. 1, а) с повышенной плотностью записи информации заряда на электретном носителе – диэлектрике 6. Здесь запись осуществляется с использованием локальной засветки фотопроводящего основания 4 остросфокусированным световым лучом 14, расположенным соосно с записывающим туннельным зондом 9.

Устройство записи информации на электретном носителе содержит неподвижное основание 1, жестко связанные с ним трехкоординатный пьезопривод 2 и прозрачный держатель 3, установленные один над другим. На прозрачном держателе 3 размещена фотодиэлектрическая пластина 4, покрытая снизу токопроводящей пленкой 5 из оптически прозрачного материала, а сверху – электретной наноразмерной пленкой 6. В качестве диэлектрического основания используется фотодиэлектрик типа монокристалл силленита висмута толщиной 400...500 нм с оптически прозрачным электродом. На торце 7 трехкоординатного пьезопривода 2 закреплен зонд 8 из электропроводящего материала. Зонд 8 закреплен таким образом, что его острие 9 находится

в непосредственной близости от поверхности 10 электретной наноразмерной пленки 6. Электрическую связь зонда 8 с токопроводящей пленкой 5 обеспечивает источник импульсного напряжения (ИИН) 11.



а)



б)

Рис. 1

Также устройство содержит блок питания (БП) 12 и электрически связанный с ним источник оптического излучения (ИОИ) 13, создающий световой поток 14, направленный на фотодиэлектрическую пластину 4.

Источник импульсного напряжения 11 и блок питания 12 электрически связаны с отдельными каналами двухканального цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) 15. Составляющими X 16 и Y 17 трехкоординатного пьезопривода 2 управляет формирователь строк и кадров (ФСК) 18, а составляющей Z 19 – стабилизатор туннельного зазора (СТЗ) 20. Последний электрически связан с зондом 8 и токопроводящей пленкой 5. Работу двухканального цифро-аналогового преобразователя 15, стабилизатора туннельного зазора 20 и формирователя строк и кадров 18 координирует ЭВМ 21. Блок питания 12 и источник оптического излучения 13 выполнены импульсными. Источник оптического излучения 13 установлен соосно с зондом 8 и создает остросфокусированный световой поток 14 для формирования тонкого электропроводящего канала 22 в фотодиэлектрической пластине 4. Устройство дополнительно содержит синхронизирующую электрическую связь 23 между источником импульсного напряжения 11 и блоком питания 12, а также жесткую механическую связь 24 между зондом 8 и источником оптического излучения 13.

Устройство записи информации работает в соответствии с заданной программой ЭВМ 21, посредством двухканального цифро-аналогового преобразователя 15, управляет источником импульсного напряжения 11 и блоком питания 12. В процессе записи информации источник импульсного напряжения 11 подает электрический импульс записи между токопроводящей пленкой 5 и зондом 8, таким образом, что последний оказывается отрицательно заряженным, а токопроводящая пленка 5 – положительно заряженной. В результате между острием 9 и токопроводящей пленкой 5 возникает электрическое поле. Благодаря синхронизирующей электрической связи 23 в это же время блок питания 12 посылает электрический импульс источнику оптического излучения 13, где возбуждается интенсивный остросфокусированный световой поток 14 короткой длительности, направленный на прозрачный держатель 3. Проходя через прозрачный держатель 3 и токопроводящую пленку 5 из оптически прозрачного материала, остросфокусированный световой поток 14 попадает в фотодиэлектрическую пластину 4. В области проникновения светового потока 14 происходит локализованное электрическое шунтирование фотодиэлектрической пластины 4 за счет формирования в ней тонкого электропроводящего канала 22. Последний замыкает электрическую цепь зонд 8 – электретная наноразмерная пленка 6 – фотодиэлектрическая пластина 4 – токопроводящая пленка 5 – источник импульсного напряжения 11, что способствует процессу туннелирования (или коронирования в газовой среде) электронов эмиссии из острия 9 в электретную наноразмерную пленку 6, где они локализуются на энергетических ловушках запрещенной зоны вблизи поверхности 10. Одновременно с этим инжектируемые из фотодиэлектрической пластины 4 заряды фотопроводимости положительного знака (дырки) закрепляются на энергетических ловушках запрещенной зоны электретной наноразмерной пленки 6 вблизи соответствующей границы раздела. Таким образом, в электретной наноразмерной пленке 6 возникает локальная область поляризации связанного заряда.

При хранении записанной информации, ввиду отсутствия остросфокусированного светового потока 14 и внешнего электрического поля, диэлектрические свойства фотодиэлектрической пластины 4 восстанавливаются, и электретная наноразмерная пленка 6 в течение длительного времени сохраняет локальную поляризацию в электрическом поле собственного заряда.

Локализация поляризуемой области электретной наноразмерной пленки 6 обеспечивается благодаря жесткой механической связи 24 между зондом 8 и источником оптического излучения 13 в купе с их соосной установкой.

Запись информации по всей площади электретной наноразмерной пленки 6, в соответствии с заданной программой, осуществляется посредством формирователя

строк и кадров 18, управляющего составляющими X 16 и Y 17 трехкоординатного пьезопривода 2, на торце 7 которого закреплен зонд 8.

Постоянство заданного зазора между острием 9 и электретной наноразмерной пленкой 6 поддерживается ЭВМ 21 посредством стабилизатора туннельного зазора 20, который постоянно регистрирует электрическую емкость между зондом 8 и токопроводящей пленкой 5. Отклик реализованной таким образом обратной связи управляет составляющей Z 19 трехкоординатного пьезопривода 2, жестко связанного с неподвижным основанием 1.

Таким образом, запись заданного программой потенциального рельефа осуществляется путем последовательного создания локальной поляризации или сохранения ее отсутствия, что позволяет различать записанную информацию как логические «1» и «0» соответственно.

Увеличение плотности записи информации достигается за счет существенного уменьшения области записи, локализованной между острием 9 и тонким электропроводящим каналом 22 – так называемое взаимодействие «игла-игла», в отличие от прототипа, в котором реализовано так называемое взаимодействие «игла-плоскость». Различия приведенных выше взаимодействий показаны на Рис. 1, б.

Сохранность ранее записанных данных обеспечивается за счет устранения необходимости многократного облучения световым потоком 14 всей площади фотодиэлектрической пластины 4 при записи новой информации устройства [3]. Поскольку частое воздействие такого облучения вызывает постепенную дестабилизацию ранее записанных данных, то реализация локальности облучения фотодиэлектрика обеспечивает локальность области поляризации связанного заряда в электретной наноразмерной пленке 6.

Таким образом, предложенное устройство [4] позволяет не только увеличить плотность записи информации, но и обеспечить сохранность ранее записанных данных информации (областей заряда), а также увеличить емкость и надежность соответствующего устройства.

Работа поддержана Министерством образования и науки РФ (базовая часть).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вишневский А.С., Домась К.И., Туан Н.К. Моделирование и алгоритмизация оптимального управления распределенными системами // Системы управления и информационные технологии. 2008. Т. 31. № 1.2. С. 291-295.
2. Вишневский А.С., Ивашов Е.Н. Алгоритмы выбора слоистых композиционных структур магнитных носителей информации // Конструкции из композиционных материалов. 2008. № 2. С. 32-40.
3. Вишневский А.С., Ивашов Е.Н., Лучников А.П., Степанчиков С.В. Устройство записи информации // Патент РФ № 80997 U1 на полезную модель. / МПК H01L43/00. Заявл. 14.10.08. Оpubл. 27.02.09. Бюлл. № 6.
4. Вишневский А.С., Дударева В.С., Лучников А.П., Лучников П.А. Устройство плотной записи информации на электретном носителе // Патент РФ № 167816 U1 на полезную модель. МПК: G11B9/08, G11B9/14, G11B7/257. Заявлено: 28.06.2016. Оpubл.: 21.01.2017. Бюлл. № 1.
5. Электреты: Пер. с англ. / Под ред. Г. Сесслера. – М.: Мир. – 1983. – 487 с.
6. Лучников А.П. Электретные пленки в приборах микросистемной электроники // Микросистемная техника. 2002. № 12. С.12–17.
7. Лучников А.П., Лучников П.А., Сигов А.С. Микроструктура и электрофизические свойства вакуумных фторполимерных пленок для МЭМС и наноэлектроники // Нано- и микросистемная техника. 2007. № 12. С. 34–40.
8. Ясуда Х. Полимеризация в плазме / Под ред. В.К. Потапова. М.: Мир, 1988. – 376 с.

9. Иванов В.И., Лучников П.А., Сигов А.С. Ионные технологии в производстве изделий электронной техники / под ред. А. С. Сигова. Москва. 2010. 206 с.
10. Лучников П.А., Марин В.П., Лучников А.П. Технологические принципы получения электретных гибридных сэндвич-структур // Научные технологии. 2006. Т. 7. № 7-8. С. 99–102.
11. Афанасьев М.С., Лучников П.А., Митягин А.Ю. [и др.] Особенности технологической совместимости формирования слоистых гетероструктур на основе углеродных и перовскитных пленок // Наноматериалы и наноструктуры - XXI век. 2012. Т. 3. № 1. С. 29–37.
12. Ragachev A.A., Yarmolenko M.A., Xiaohong J. [et al] Molecular structure, optical, electrical and sensing properties of PANI-based coatings with silver nanoparticles deposited from the active gas phase // Applied Surface Science. 2015. Т. 351. С. 811–818.
13. Лучников П.А., Рогачев А.А., Лучников А.П. Модификация поверхностного рельефа вакуумных фторполимерных пленок в процессе их роста направленной электронной обработкой // Известия высших учебных заведений. Физика. 2008. № 11-3. С. 145–147.