



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39208 (13) C2

(51) 7 H01J37/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) ЕЛЕКТРОННИЙ МІКРОСКОП ДЛЯ СКАНУВАННЯ БІОБ'ЄКТІВ

(21) 96020485

(22) 09.02.1996

(24) 15.06.2001

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Шестаков Юрій Васильович, Добротворська  
Марія Вікторівна, Каніщев Олександр Вікторович,  
Феклістов Олександр Іванович(73) СУМСЬКЕ ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИ-  
СТВО "SELM"

(56) EP № 0324213, кл. H01J37/20, 1989.

(57) 1. Электронный микроскоп для сканирования  
биообъектов, содержащий высоковакуумную ко-  
лонну с электронным излучателем и систему вы-  
вода электронного луча в атмосферу, включаю-  
щую в себя по меньшей мере две торцевые стенки  
с соосными отверстиями, **отличающийся** тем, чтоу каждого отверстия имеется одна биморфная,  
защемленная одним концом пьезопластина, уста-  
новленная с возможностью отгибания в сторону  
отверстия.2. Микроскоп по п. 1, **отличающийся** тем, что пье-  
зопластины электрически соединены с системой  
их питания и управления, имеющей обратную  
связь с идентификатором пробоя в излучателе.3. Микроскоп по любому из пп. 1-2, **отличающий-  
ся** тем, что пьезопластины имеют защитное по-  
крытие из тугоплавкого материала.4. Микроскоп по любому из пп. 1 - 3, **отличаю-  
щийся** тем, что он имеет только одну пьезоп-  
ластину, установленную между торцевыми стен-  
ками с возможностью одновременного перекрыва-  
ния обоих отверстий.

Изобретение относится к растровой элект-  
ронной микроскопии и может быть использовано  
для исследования влажных объектов, а также жи-  
вых микроорганизмов, например, клеток человека.

Известен выбранный в качестве прототипа  
сканирующий электронный микроскоп для визуа-  
лизации влажных объектов, описанный в Евро-  
пейском патенте EPB № 0324213, H01J37/20,  
1968 г., который содержит высоковакуумную ко-  
лонну с электронным излучателем и систему вы-  
вода электронного луча в атмосферу, включаю-  
щую в себя по меньшей мере две торцевые стенки  
с соосными отверстиями.

Нестабильная работа известного устройства  
обусловлена постоянным натеканием сквозь апер-  
туры (отверстия в торцевых стенках) атмосферно-  
го воздуха в зону электронного излучателя. Всл-  
едствие этого возникают пробой и другие откло-  
нения в зоне работы этого излучателя, например,  
возникновение локальных сильноточных дуг. С  
другой стороны, наличие сверхмалых апертур  
(100 микрон) приводит к их очень быстрому "заби-  
ванию" осколками органических и других макромо-  
лекул и выходу всей системы из строя. В уст-  
ройстве невозможна быстрая смена апертур под  
различные режимы исследования. Например, при  
рентгеновском режиме используют отверстия диа-  
метрами 250 и 300 мкм, в режиме высокого разре-  
шения – 80 и 120 мкм и т.п.

В основу изобретения поставлена задача  
усовершенствования сканирующего электронного  
микроскопа для визуализации влажных объектов  
путем размещения у каждого отверстия торцевых  
стенок по одной биморфной, защемленной одним  
концом пьезопластине, установленной с возмож-  
ностью отгибания в сторону отверстия и, соот-  
ветственно, перекрывания (частичного или полно-  
го) этого отверстия, что обеспечит ускоренную от-  
качку микроскопа, сокращение времени на смену  
диафрагм и расширение функциональной возмож-  
ности микроскопа в целом, заключающейся в по-  
лучении нового режима для исследований – стро-  
бирующего.

Каждая из пьезопластин электрически сое-  
динена с системой питания и управления, имею-  
щей обратную связь с идентификатором пробоя в  
излучателе. При возникновении такого пробоя на  
пьезопластину подается напряжение и они пере-  
крывают отверстия в торцевых стенках, герметизи-  
руя высоковакуумную зону, а также зону диффе-  
ренциальной откачки до выхода системы в рабо-  
чий режим. Затем отверстия вновь открываются.  
Пьезопластины способны адекватно откликаться  
на частоту до 1 МГц, т.е. способны безынерционно  
открыть (либо закрыть) отверстие за несколько  
миллисекунд. С другой стороны, установлена чет-  
кая взаимосвязь величины отгиба биморфной пье-  
зопластины от питающего ее напряжения. Так, би-

морф с размерами 40 x 10 x 0,5 мм из ЦТС–19 (цирконата-титаната свинца) отгибается на 0,114 мм при напряжении 200 В; на 0,418 мм при напряжении 500 В; на 0,665 мм при напряжении 800 В и т.п. Для биморфа 60 x 10 x 0,3 мм при постоянном токе напряжением 400 В получено перемещение 1,6 – 1,7 мм (см. Глозман И.А. Пьезокерамика. – М.: Энергия, 1967, 272 с.). Поверхность каждой пьезопластины, которая непосредственно подвергается воздействию электронного луча, защищена покрытием из тугоплавкого материала, в частности из графитового порошка с температурой плавления около 10000 К. Это покрытие сформировано на поверхностях пластин путем втирания порошка в керамику. Толщина покрытия составляет несколько сотен микрон, в связи с чем оно сохраняет достаточную пластичность и не разрушается при изгибе пьезопластин. Каждая из пьезопластин перемещается по поверхности торцевой стенки по скользящему контакту для надежной герметизации высоковакуумной зоны.

На фиг. 1 представлена общая схема микроскопа (электронно-оптическая и отклоняющая системы условно не показаны); на фиг. 2 изображена одна из торцевых стенок, вид сверху, причем отверстие открыто; на фиг. 3 – эта же стенка с закрытым осевым отверстием; на фиг. 4 представлена схема подключения биморфной пьезопластины к источнику питания.

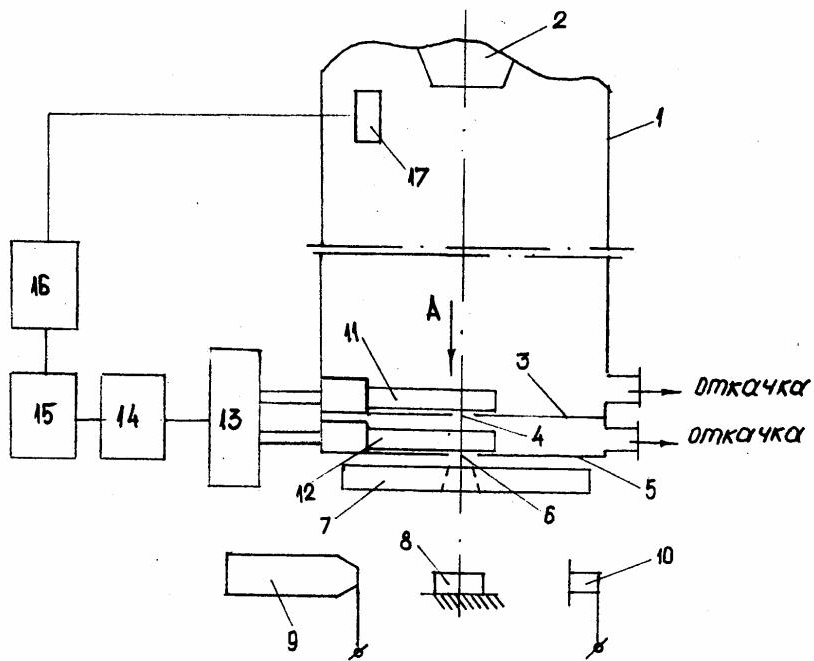
Микроскоп включает в себя высоковакуумную колонну 1 с электронным излучателем 2 и системой вывода электронного луча в атмосферу, включающую в себя торцевую стенку 3 с центральным отверстием 4 и торцевую стенку 5 с отверстием 6, соосным отверстию 4. В атмосфере находятся детектор 7 в виде полупроводниковой шайбы, биообъект 8 и аспиратор для снятия с образца заряда, выполненный в виде источника 9, генерирующего заряженные молекулы воздуха, и пластины 10 конденсатора с зарядом, противоположным заряду заряженных молекул воздуха. На стенке 3 имеется консольно заземленная пьезопластина 11, а на стенке 5 – пьезопластина 12, которые электрически связаны с коммутирующей панелью 13 и далее через усилитель 14, генератор импульсов 15 и средства согласования 16 – с идентификатором пробоя 17 в излучателе 2.

Эксперименты проводились на макете микроскопа РЭМ–105Б. В качестве запирающего узла использовалась биморфная (спеченная) пьезокерамическая пластина из ЦТС–19 (ГОСТ 13927–74)

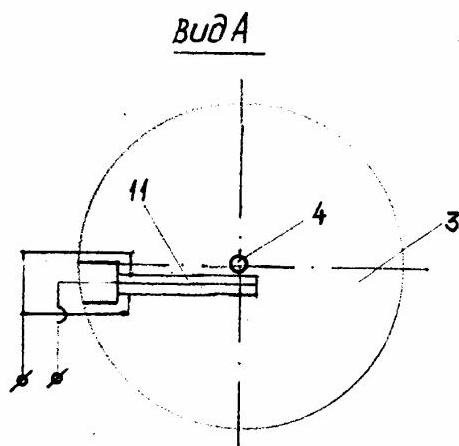
размером 60x10x0,3 мм, установленная между двумя стенками так, чтобы обеспечивался скользящий контакт торцов пьезопластины и с верхней торцевой стенкой, и с нижней одновременно. В качестве коммутирующей панели использовалась микросхема К155 КЦ7. Размеры обеих апертур выбирались одинаковыми и равными 300 мкм. Расстояние между стенками соответствовало высоте поставленной на ребро биморфной пьезопластины и составляло 10 мм. Разрежение в колонне –  $10^{-5}$  торр.

Устройство работает следующим образом.

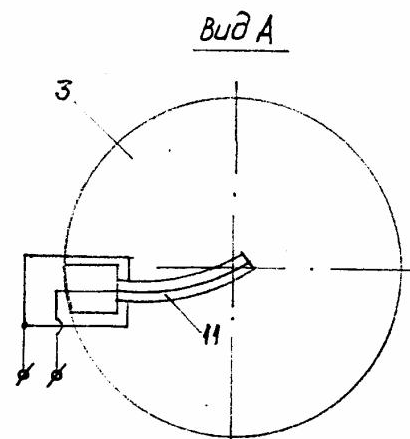
Помещают объект 8 в область воздействия электронного луча. Затем на пьезопластины 11 и 12 от генератора 15 подают постоянный электрический импульс, подводя его так, как изображено на фиг. 4. Пластины (или пластина, если она одна) выгибаются, перекрывая отверстия 4 и 6 стенок 3 и 5, и остаются в отогнутом положении до завершения процесса откачки колонны 1 микроскопа и формирования электронно-оптической системой электронного луча. После этого прекращают подачу потенциала на пластины 11 и 12, если исследования будут проводиться в рентгеновском режиме, либо снижают величину потенциала для того, чтобы пластины только приоткрыли отверстия 4 и 6 для, например, исследований в режиме высокого разрешения. Выгибание биморфной пьезопластины (см. фиг. 4), в данном случае вверх, происходит из-за того, что полярность питающего напряжения совпадает с поляризацией доменов верхней пьезопластины (и она, укорачиваясь, утолщается) и не совпадает с поляризацией нижней (и она удлиняется, утоньшаясь). При возникновении в излучателе 2 пробоя идентификатор пробоя 17 (выполненный, например, в виде схемы сравнения, подключенной параллельно к схеме питания излучателя и имеющий дискриминатор) выдает сигнал, на основании которого подается максимальное питающее напряжение на пластины 11 и 12, что обеспечивает почти мгновенное перекрывание отверстий 4 и 6 до завершения полной откачки систем. Микроскоп способен проводить сканирование биообъектов в стробирующем режиме. Однако в последнем случае длительность промежутков времени, когда апертуры закрыты, должна быть достаточной для, с одной стороны, поддержания заданного перепада давлений, а с другой – для получения устойчивого изображения. Стробирующий режим особенно необходим при исследовании СБИСов.



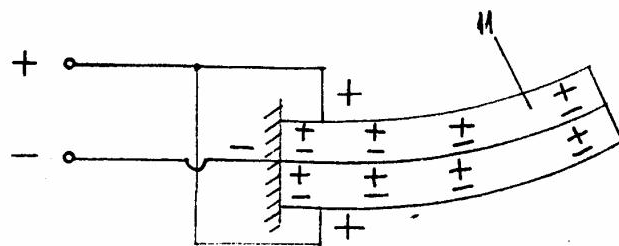
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
 (03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03