



Рисунок 1 – Тестирование адгезии медной плёнки к стеклянной подложке

Список использованных источников:

1. Li, Y. et al. Preparation of Aluminum Nanomesh Thin Films from an Anodic Aluminum Oxide Template as Transparent Conductive Electrodes. *Sci. Rep.* 6, 20114; doi: 10.1038/srep20114 (2016).
2. Kim, W.K. et al. Cu Mesh for Flexible Transparent Conductive Electrodes. *Sci. Rep.* 5, 10715; doi: 10.1038/srep10715 (2015)
3. Bing Han, Ke Pei, Yuanlin Huang, Xiaojian Zhang, Qikun Rong, Qinggeng Lin, Yangfei Guo, Tianyi Sun, Chuanfei Guo, David Carnahan, Michael Giersig, Yang Wang, Jinwei Gao, Zhifeng Ren, Krzysztof Kempa, Uniform Self-Forming Metallic Network as a High-Performance Transparent Conductive Electrode // *Adv. Mater.* 2014, 26, 873–877
4. П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров, Ю.С. Жидик. Прозрачные электропроводящие покрытия // Доклады ТУСУРа, № 1 (31), 2014

РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ БИПОЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Стельмахов Р.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Бондаренко В.П. – канд. техн. наук, доцент

Целью работы является исследование основных параметров транзисторов (коэффициента усиления по току, токов утечки и падения напряжения на переходах коллектор-база и эмиттер-база), являющихся элементной базой биполярных интегральных микросхем, в условиях воздействия радиации.

На рисунке 1 представлена структура исследуемых аналоговых биполярных интегральных микросхем. Исследуемая элементная база аналоговых биполярных интегральных микросхем:

- 1) вертикальный n-p-n транзистор;
- 2) горизонтальный p-n-p транзистор;
- 3) вертикальный p-n-p транзистор;
- 4) диффузионный резистор.

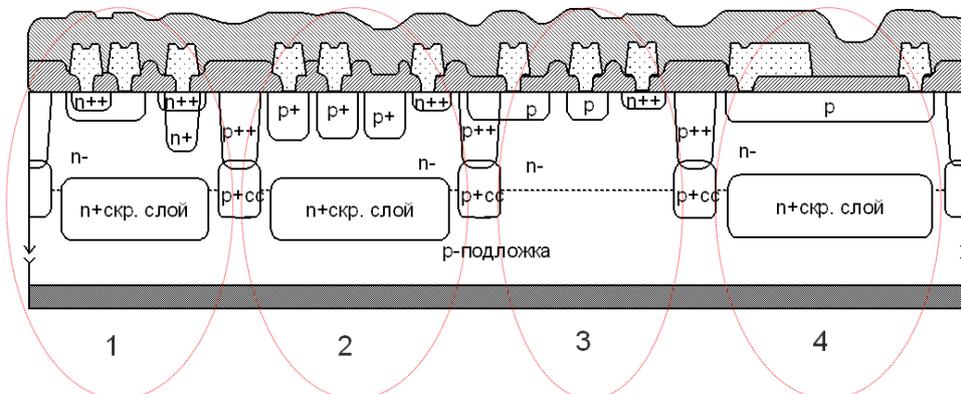


Рисунок 1 – Структура аналоговых биполярных интегральных микросхем.

Облучение тестовых образцов гамма-квантами проводилось при температуре 310 К. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения составляла 80,8 Р/с, доза – 10^5 - 10^7 Р.

Действие проникающей радиации, например ядерных энергетических установок или космического пространства, приводит к деградации параметров интегральных микросхем (ИС). При этом важно определить показатели стойкости – предельные дозы излучения, при которых наиболее чувствительный параметр микросхемы выходит за установленные нормы. Известно [1], что радиационная стойкость микросхем определяется в первую очередь деградацией параметров транзисторов. Было установлено, что предельный поток облучения, при котором нарушается режим работы транзистора, определяется конструктивно-технологическими характеристиками его изготовления, электрическим режимом работы, начальными значениями параметров, характеристиками воздействующей радиации.

Биполярные транзисторы изменяют свои характеристики в основном из-за уменьшения времени жизни неосновных носителей заряда в связи с рекомбинацией на радиационных центрах в активных областях приборов. Применение изопланарной технологии привело к приближению границы раздела диэлектрик-полупроводник к рабочим областям биполярных транзисторов, вследствие этого увеличилось влияние на их характеристики плотности поверхностных состояний и накопленного заряда в изолирующем оксиде. Поэтому в ряде случаев поверхностные радиационные эффекты являются определяющими и для биполярных ИС [2].

Из всех параметров двух видов транзисторов наиболее чувствительным к радиации оказался коэффициент усиления, особенно при малых токах базы. Практически не изменились напряжение пробоя и падение прямого напряжения на переходе эмиттер – база. Токи утечки возросли примерно на 10% в основном у n-p-n транзисторов. Через 10²–10³ ч после окончания облучения токи утечки фактически вернулись к исходным значениям до облучения, коэффициент усиления восстановился более заметно при малых токах базы, а другие параметры с течением времени остались неизменными. Изменения параметров диодов и резисторов в меньшей степени влияют на радиационную стойкость микросхем [1,2], следовательно, достаточно учитывать радиационные изменения параметров только транзисторов.

Список использованных источников:

1. Коршунов Ф.П. Воздействие радиации на интегральные микросхемы / Коршунов Ф.П., Богатырев Ю.В., Вавилов В.А. – Мн: Наука и техника, 1986. – 254 с.
2. Першенков В.С. Поверхностные радиационные эффекты в элементах интегральных микросхем / Першенков В.С., Попов В.Д., Шальнов А.В. – М: Энергоатомиздат, 1988. – 256 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Сенькевич Д.В., Нестерёнок А.В.

ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника»

Залесский В.Б. – канд. техн. наук

Как правило, солнечные панели используют там, где не проходят линии электропередач. Причины на это бывают разные. Основная работа солнечных панелей заключается в том, что они преобразовывают солнечную энергию в электрический ток. Если сравнивать все виды энергоресурсов, то солнечная энергия является наиболее выгодной. Особенно это касается применения ее, например, в селах и других отдаленных от городов местностях. Так же можно использовать в городе, и на различных городских строениях, для обеспечения их электричеством.

В работе исследуются фотоэлектрические характеристики ряда монокристаллических и тонкопленочных солнечных элементов, выпускаемых зарубежными фирмами с целью определения их применимости в Республике Беларусь при ограниченном количестве солнечных дней в году (20-35).

В экспериментах использовались СЭ на основе монокристаллического кремния (кпд 16%), аморфного кремния (кпд 18%), НТТ-структуры – на основе монокристаллического кремния с аморфным кремнием (кпд 20%), тонкопленочные СЭ на основе соединения Cu (InGa) Se₂ (кпд 16%).

Анализ выходных характеристик СЭ при различном освещении, показывает, что лучшими параметрами по плотности тока обладают элементы элемент на основе кристаллического кремния «БГУ» и элемент на основе поликристаллического кремния «В1».

Напряжение холостого хода для элементов на основе НТТ – структуры «5.6 673» и «Т 18_18_9_4» имеют наибольшее значение напряжения холостого хода.

По результатам исследования фотоэлектрических параметров СЭ при различном уровне затенения (угол падения освещения 90°), получено, что элементы типа «В» имеют наименьшие изменения тока короткого замыкания при затенении. При затенении на 80% ток короткого замыкания