

Список использованных источников:

1. Masude, H. Self-Ordering of Cell Configuration of Anodic Porous Alumina with Large-Size Pores in Phosphoric Acid Solution / H. Masude, K. Yada // Japanese Journal of Applied Physics – 1998. – Vol. 37, № 2. – P. 11.
2. Chu, S. Z. Large-Scale Fabrication of Ordered Nanoporous Alumina Films with Arbitrary Pore Intervals by Critical-Potential Anodization / S. Z. Chu, K. Wada, S. Inoue, M. Isogai, Y. Katsuta, A. Yasumori // J. Electrochem. Soc. – 2006. – Vol. 153, № 9. – P. 384-391.
3. Mozalev, A.M. Growth of Multioxide Planar Film with the Nanoscale Inner Structure via Anodizing Al/Ta layers on Si / A.M. Mozalev, A.J. Smith, S. Borodin, A. Plihaika, A.W. Hassel, M. Sakairi, H. Takahashi // Electrochimica Acta. – 2009. – № 54. – P. 935-945.

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЛОЕВ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ МЕТОДОМ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ

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

Гаронин В. П., Филатов С. А.

Степанов А. А. – к.т.н.

Современное высокотехнологическое производство невозможно без широкого использования устройств микросистемной техники (МСТ), к числу которых могут быть отнесены, в частности, интеллектуальные системы сбора, обработки и отображения информации. В процессе данного производства довольно большое количество полупроводниковых материалов удаляются с подложки для формирования активных элементов микросхемы[1]. Однако с появлением технологии трехмерной печати появилась возможность перейти от этих процессов субтрактивного производства к аддитивному производству, ярким представителем которого является трехмерная печать[2].

Трехмерная печать – это использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели. 3D-печать основана на концепции построения объекта последовательно наносимыми слоями, отображающими контуры модели. Схема работы трехмерного принтера работающего по технологии моделирования методом послойного наплавления (FDM) представлена на рисунке 1:



Рисунок 1 – Схема работы типичного FDM принтера

Изделие, или «модель», производится выдавливанием («экструзией») и нанесением микрокапель расплавленного термопластика с формированием последовательных слоев, застывающих сразу после экструдирования [3].

Возможности трехмерной печати уже сейчас используются для создания моделей и компонентов микроэлектронных устройств, что можно использовать в различных производственных, образовательных и научных целях. При этом реализуются такие преимущества трехмерной печати, как:

- Использование меньшего количества материала;
- Быстрое прототипирование микроэлектронных изделий;
- Быстрое создание мелкосерийных изделий[3].

Трехмерная печать позволяет печатать различными материалами, что уже сейчас используется для создания приборов и устройств электроники, в том числе на гибких подложках[4]. Так же развитие трехмерной печати позволит быстрое создание моделей и опытных образцов изделий, что так же скажется на скорости и качестве разработки микроэлектронных устройств.

Список использованных источников:

1. Scotten W. Jones, Introduction to Integrated Curcuit Technology: Textbook / ICKnowledge LCC. – Georgetown, MA, 2012.
2. 3D-printed microelectronics for integrated circuitry and passive wireless sensors: Article / Sung-Yueh Wu, Chen Yang, Wensyang Hsu [& others] // Nature. – 2015. – July. – 20.
3. 3dtoday [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://3dtoday.ru/>.
4. Hiroki Ota, Sam Emaminejad, Yuji Gao, Application of 3D Printing for Smart Objects with Embedded Electronic Sensors and Systems / Esther Levy // Advanced Materials Technologies – April 2016.

ОСОБЕННОСТИ АВТОЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ КРЕМНИЯ ПРИ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

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

Трафименко А.Г.

Данилюк А.Л. – к.ф.-м.н., доцент

В настоящее время активно исследуются наноструктуры, функционирующие за счет наличия вакуумных промежутков. Особенно важным представляется использование кремниевых технологий. В данной работе анализируются особенности автоэлектронной эмиссии из кремния в вакуум при низкой температуре, связанные с механизмами проводимости легированного кремния в определенных температурных диапазонах.

Преимущества вакуумных наноэлектронных приборов состоят в существенном снижении влияния рассеяния электронов на их электрические характеристики, повышении быстродействия и уменьшении потребляемой мощности [1]. Особенно перспективными для создания элементной базы вакуумной наноэлектроники считаются наноструктуры на основе кремния. Во-первых, из-за развитой кремниевой технологии, а также подходящих эмиссионных свойств самого кремния. Однако, в настоящее время вакуумные наноструктуры еще не имеют широкого практического применения. Причины состоят в недостаточной изученности физики автоэлектронных процессов эмиссии из кремния, в том числе, при низких температурах, а также в необходимости снизить потенциальный барьер на поверхности кремния (работа выхода кремния обычно немногим больше 4 эВ).

В данной работе рассматриваются факторы, обуславливающие особенности автоэлектронной эмиссии легированного кремния n-типа при низкой температуре. К ним, в первую очередь, относится механизм проводимости, определяемый концентрацией доноров. Как установлено в работах [2, 3], в области температур 2-4 К и 30-90 К механизм проводимости кремния, легированного сурьмой при концентрации 10^{18} см⁻³, является активационным, но при этом характеризуется весьма низкой величиной энергии активации, $\epsilon_a = 1.45-1.73$ мэВ. Это приводит к тому, что в области 30-90 К проводимость является практически металлической (величина $\epsilon_a < kT$). Здесь k – постоянная Больцмана, T – температура. Эти особенности связаны с наличием, так называемой, ϵ_2 – проводимости. Она определяется переносом электронов по верхней полосе примесной зоны Хаббарда, где транспорт осуществляется за счет переходов между примесными центрами, находящимися в нейтральном состоянии (D^0 – состояния). Энергия