ТУГОПЛАВКИЕ КАРБИДЫ КАК ПОЛЕВЫЕ ТОЧЕЧНЫЕ ЭМИТТЕРЫ ЭЛЕКТРОНОВ И ИОНОВ

Голубев О.Л.
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской Академии наук,
ул. Политехническая, д. 26,Санкт-Петербург, 194021 Россия. O.Golubev@mail.ioffe.ru

Эмиттеры заряженных частиц, использующие явления полевой электронной эмиссии и полевого испарения могут представлять большой интерес как источники электронов и ионов для разнообразных электронно-лучевых приборов высокого разрешения, а также и для целей нанотехнологии. В настоящее время наряду с металлическими эмиттерами особый интерес вызывают углеродные и углеродсодержащие эмиттеры, в частности эмиттеры из карбидов тугоплавких металлов. Главным преимуществом таких эмиттеров является их химическая инертность к воздействию остаточных газов, малое изменение работы выхода при адсорбции, устойчивость к ионной бомбардировке. Все это позволяет получать высокую стабильность и устойчивость эмиссии заряженных частиц даже в не самых благоприятных внешних условиях

В данной работе исследовались эмиссионные свойства эмиттеров из карбида вольфрама. Такие эмиттеры относительно легко получаются insitu при взаимодействии эмиттера из Wлибо непосредственно с углеродом, либо с парами практически любого углеводорода (бензол, парафин. стеарин и.т.д), при этом в процессе науглероживания образуется как классический карбид WСили W_2C структуры ГПУ, так и промежуточная между вольфрамом и ГПУ-карбидом форма карбида со структурой ОЦК. В качестве методов исследования использовались полевая электронная микроскопия, полевая масс-спектрометрия и методы определения эмиссионных характеристик поверхности эмиттера.

Для эффективного использования таких эмиттеров необходимо резко повысить локализацию эмиссии и создать источники, эмитирующие в предельно малых телесных углах вплоть до сотых и даже тысячных долей стерадиана. Весьма эффективным способом повышения локализации эмиссии является выращивание острых наноразмерных выступов на поверхности полевого острийного эмиттера, который имеет как правило радиус кривизны порядка 1 мкм и при этом достаточно большие углы эмиссии от 1 до 2 стерадиан, такие малые выступы увеличивают локальную величину электрического поля и соответственно величину локального эмиссионного тока на несколько порядков.

Формирование подобных выступов может быть достигнутоinsitu посредством одновременного воздействия сильных электрических полей Fи высоких температурТна эмиттеры, обычно для карбида вольфрама величины T ~ 1500-1800 K иF ~ 5-10 V/nm. В процессе подобного термополевого воздействия или термополевой обработки на поверхности эмиттера наблюдаются те же стадии формоизменения, что и на эмиттерах из чистого W – изменение огранки монокристаллического эмиттера и полевой кристаллический рост как малых наноразмерныхвыступов так и больших кристаллических наростов. Возможно при этом получение большого количества нановыступов вплоть до несколько десятков на поверхности эмиттера, что позволяет создать источник электронов типа «лейка», возможно управление количеством выращенных выступов,а также возможно и получение единичного эмитирующего нановыступа, который формирует точечный источник заряженных частиц с очень высокой степенью локализации эмиссии. Эмиссионные параметры такого эмиттера примерно такие же, как и у эмиттера из единичной углеродной нанотрубки, однако несомненным преимуществом таких карбидных эмиттеров с выращенными нановыступамипо сравнению с эмиттерами на основе нанотрубок является полная воспроизводимостьих эмиссионных параметров при такой же степени стабильности эмиссии, а также и возможность их использования в качестве эмиттеров не только электронов, но и разнообразных ионов, атомарных, молекулярных и кластерных.

Работа частично поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, проект № 14-08-00317.