

НАНООБЪЕКТЫ, МИКРОИЗДЕЛИЯ И НАНОМАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛА

Викарчук А. А., Грызунова Н. Н., Дорогов М. В.

Тольяттинский государственный университет, Тольятти,
fti@tltsu.ru

Ранее, методом электроосаждения металла из водных растворов электролита, авторами было получено большое многообразие металлически нано-, микрочастиц и кристаллов, имеющих одну или шесть осей симметрии пятого порядка [1].

Современными физическими методами исследования, такими как: просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия, электронография, металлографии и атомно-силовая микроскопия были изучены особенности их строения. Установлено, что специфика пентагональных частиц заключается в наличии в них высокоэнергетических дефектов дисклинационного типа. Кроме того теоретически было предсказано и экспериментальными методами доказано, что пентагональные частицы образуются из некристаллических кластеров (икосаэдрических или декаэдрических) или образуются беззародышевым способом на дефектах дисклинационного типа, находящихся в подложках. Все эти особенности определяют эволюцию частиц в процессе роста или последующей термообработки, а так же обеспечивают им необычные свойства.

Для изготовления готовых изделий из металлических микро- и наночастиц, в настоящее время, используют методы порошковой металлургии, например, компактирование и спекание. Известно, что из-за процессов рекристаллизации и образования несовершенных границ раздела зерен эти технологические операции заметно снижают свойства получаемого продукта. Мы считаем, что изготавливать массивные изделия из пентагональных нано- и микрообъектов экономически не выгодно и предлагаем выращивать из них, используя их как затравку, готовые изделия.

Установлено, что именно наличие в пентагональных объектах, высокоэнергетических дефектов дисклинационного типа, позволяет целенаправленно управлять ростом отдельных частиц. Так как энергия дисклинации пропорциональна квадрату расстояния [2], то радиальный рост нитевидного кристалла энергетически не выгоден, поэтому в процессе электроосаждения преимущественно реализуется рост в длину. Высокая концентрация неравновесных вакансий, образующихся в процессе электрокристаллизации и термообработки, а также напряжения от дисклинации (сжатие в центре и растяжение на периферии) способствуют их диффузии к центру, образованию нанопор и полостей в кристалле. Так в процессе электролитического роста или термообработки нитевидный пентагональный кристалл преобразуется в пентагональную микротрубку, а частица в микроконтейнер.

В ходе экспериментов было замечено, что пентагональные микротрубки получаются из стержней при потенциостатическом режиме осаждения металла, а выброс усов пентагональными кристаллами и образование игольчатых пентагональных кристаллов происходит преимущественно в гальваностатическом режиме. Это можно использовать для получения полых трубок и игольчатых кристаллов.

В работе [3] описаны оригинальные авторские методики выращивания готовых изделий из нитевидных пентагональных кристаллов в виде: полого микропровода и высокопрочного металлического зонда.

Из икосаэдрических малых частиц предлагается создавать микроконтейнеры, эффективные катализаторы для нефтехимической промышленности и сорбционные слои для фильтровальных элементов.

Методом термообработки пентагональных частиц и кристаллов, полученных методом электроосаждения металла, возможно формирование нанопористого материала, который в дальнейшем найдет широкое применение в химических отраслях.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (з/к № П2382 и № П2620).

1. Викарчук А.А., Воленко А.П. Пентагональные кристаллы меди: многообразие форм роста и особенности внутреннего строения // ФТТ. 2005. Т. 47, вып. 2. С. 339 – 344.
2. Владимиров В.И., Романов А.Е. Дисклинации в кристаллах // Ленинград: Наука, 1986. – 224с.
3. Викарчук А.А., Грызунова Н.Н., Дорогов М.В. Специфические нанообъекты и микроизделия из них, полученные методом электроосаждения металла // Журнал Перспективные материалы, 2008, №6, С. 109 – 114.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ IN-SITU ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ТУГОПЛАВКИХ НАНОПОЛНИТЕЛЕЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

Комаров А. И., Комарова В. И., Шипко А. А.

*Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
komarova@inmash.bas-net.by*

В условиях возросших требований к форсированию режимов работы узлов трения традиционные сплавы алюминия не выдерживают возросший уровень термомеханических нагрузок, и, кроме того, имеют недостаточную износостойкость рабочих поверхностей. Последнее вызывает необходимость поиска путей создания новых функциональных материалов. Перспективным направлением решения этих задач является создание композиционных материалов (КМ) на базе алюминиевых сплавов с включением в их структуру тугоплавких керамических наполнителей, в качестве которых наиболее часто используются SiC, Al₂O₃, B₄C, TiC, Ti, обладающие высокими механическими свойствами. Обычно размер используемых армирующих частиц составляет 20–60 мкм, а в ряде случаев значительно превышающий этот диапазон [1]. В частности, размер частиц Ti, используемого для получения КМ, составляет 650–1000 мкм [1]. Значительные возможности в целенаправленном регулировании свойствами КМ открываются при использовании наноразмерных наполнителей [2], однако это связано с рядом проблем. Прежде всего, достаточно дорогостоящим является процесс получения нанопорошков. Также сложной технической задачей является введение наномодификаторов в расплавы и равномерное распределение частиц в них. Имеющейся к настоящему времени информации недостаточно для решения этих задач.

Следует ожидать, что эффективным технологическим приемом может явиться модификация поверхности исходных порошковых наполнителей путем легирования реакционно-активными элементами, вследствие чего их частицам могут быть приданы свойства, отсутствующие у них первоначально. При этом достигается новые фазовый и функциональный составы поверхности порошковых модификаторов, снижается количество примесей, адсорбированных и хемосорбированных соединений, унифицируется структура поверхности, что способствует повышению ее реакционной активности к алюминиевой матрице.