

05

К вопросу о модификации габитуса пентагональных малых частиц

© И.С. Ясников

Тольяттинский государственный университет
E-mail: kart2001@rambler.ru

В окончательной редакции 12 мая 2008 г.

В работе иллюстрируются экспериментально выявленные каналы модификации габитуса пентагональных малых частиц, реализация которых в процессе эволюции пентагональных малых частиц может приводить к образованию звездчатых микрокристаллов с экзотической внешней формой.

PACS: 61.72.-y, 68.37.Hk, 68.70.+w, 81.15.Pq, 82.45.Yz

Пентагональные малые частицы (ПМЧ) интенсивно изучаются на протяжении последних десятилетий в силу их необычных и специфических свойств [1–3]. При этом структура ПМЧ, определяющая их свойства, весьма эффективно описывается в рамках дискриминационного подхода [1,4].

Проведенные нами ранее эксперименты по электроосаждению меди показали, что, варьируя условия электроосаждения и тип подложки, можно получить ПМЧ разного габитуса [5]. На основе анализа экспериментальных данных была предложена модель формирования полости в ПМЧ икосаэдрического габитуса [6].

Внутренние напряжения в ПМЧ, обусловленные наличием дефектов дисклинационного типа, могут релаксировать в процессе их роста, модифицируя структуру [7–9]. В частности, в рамках подхода, впервые разработанного в [10,11], отмечалось, что вместо вершин ПМЧ могут образовываться новые грани, а вдоль ребер ПМЧ могут образовываться „канавки“, являющиеся плотноупакованными плоскостями типа {113}, разрастание которых приводит к образованию частиц звездообразной формы.

К настоящему времени при изучении эволюции ПМЧ, выросших в процессе электрокристаллизации меди из икосаэдрических кластеров и имеющих шесть осей симметрии пятого порядка (группа симметрии I_h),

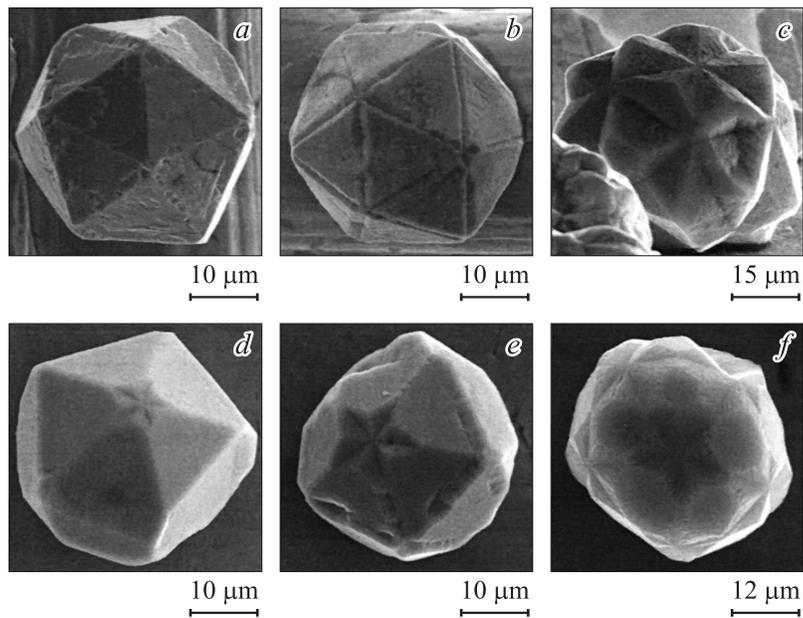
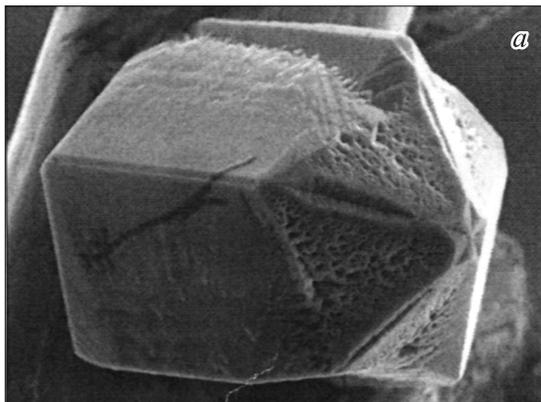


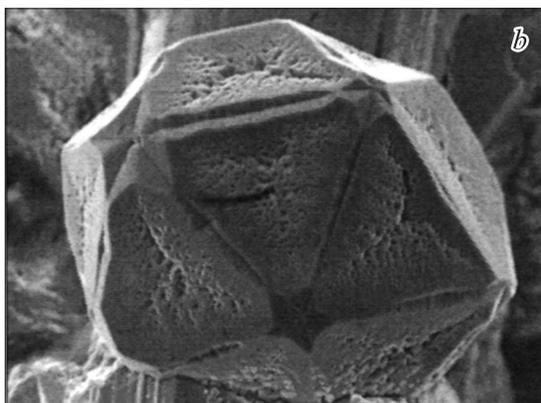
Рис. 1. Модификация габитуса икосаэдрических малых частиц в процессе их эволюции при электрокристаллизации меди.

нам удалось с помощью сканирующего электронного микроскопа визуализировать отдельные этапы данного процесса, а именно: образование ПМЧ в виде икосаэдрона (рис. 1, *a*), формирование в процессе дальнейшей эволюции „канавок“ вдоль ребер икосаэдрона (рис. 1, *b*), разрастание которых приводило к образованию пентагонального микрокристалла в виде звездчатого многогранника (рис. 1, *c*). По существу звездчатый многогранник можно представить как икосаэдрон, на каждой из 30 граней которого расположена тригональная пирамида. Соответственно, общее число граней у такого звездчатого микрокристалла равно 90 (рис. 1, *c*).

Однако при исследовании изменения морфологии икосаэдрических малых частиц в процессе их эволюции было выявлено, что „канавки“ могут образовываться не только вдоль ребер малой частицы, но и формироваться в виде пентагональной звезды на вершине икосаэд-



8 μm



10 μm

Рис. 2. Совместный характер модификации габитуса пентагональных малых частиц.

рической малой частицы в месте выхода оси дисклинации на ее поверхность (рис. 1, *d*). Эволюция такого фасетирования (рис. 1, *e*) приводит к росту на треугольных гранях икосаэдра гексагональных усеченных пирамид с образованием „экзотического“ звездчатого много-

гранника, содержащего 210 граней и имеющего шесть осей симметрии пятого порядка (рис. 1, *f*). Об экспериментальном наблюдении данной структуры ранее не сообщалось.

Стоит отметить, что образование „канавок“ вдоль ребер ПМЧ, а также их формирование в виде пентагональной звезды на вершине ПМЧ в месте выхода оси дисклинации на ее поверхность могут наблюдаться совместно. Данный факт иллюстрируется на рис. 2 для случая пентагональной призмы (рис. 2, *a*, группа симметрии — D_{5h}) и икосаэдрона (рис. 2, *b*, группа симметрии — I_h). Однако, как показывают эксперименты, такой совместный характер модификации габитуса ПМЧ при дальнейшей эволюции в процессе электрокристаллизации не приводит к образованию звездчатых многогранников с более экзотической структурой.

Экспериментально выявленные модификации габитуса ПМЧ могут сказаться как на физических свойствах самих объектов, так и на свойствах материалов, структурными элементами которых они являются. Работы в данном направлении продолжаются в настоящее время.

Работа выполнена при поддержке регионального гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 08-02-99034-р_офи.

Список литературы

- [1] Gryaznov V.G., Heidenreich J., Kaprelov A.M., Nepijko S.A., Romanov A.E., Urban J. // Cryst. Res. Technol. 1999. V. 34. P. 1091.
- [2] Yasaman M.J., Ascencio J.A., Liu H.B., Gardea-Torresdey J. // J. Vac. Sci. Technol. B. 2001. V. 19. P. 1091.
- [3] Викарчук А.А., Воленко А.П. // ФТТ. 2005. Т. 47. В. 2. С. 339.
- [4] Владимиров В.И., Романов А.Е. // Дисклинации в кристаллах. М.: Наука, 1986.
- [5] Ясников И.С., Викарчук А.А. // Письма в ЖТФ. 2006. Т. 32. В. 19. С. 1.
- [6] Ясников И.С., Викарчук А.А. // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33. В. 19. С. 24.
- [7] Ясников И.С. // ЖТФ. 2007. Т. 77. В. 5. С. 133.
- [8] Kolesnikova A.L., Romanov A.E. // Phys. Stat. Sol. (RRL). 2007. V. 1. Iss. 6. P. 271.
- [9] Колесникова А.Л., Романов А.Е. // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33. В. 20. С. 73.
- [10] Marks L.D. // J. Cryst. Growth. 1983. V. 61. P. 556.
- [11] Marks L.D. // Phil. Mag. A. 1984. V. 49. P. 81.