

Новая технология получения сырья для выращивания кристаллов сапфира

Р. Р. Салем

e-mail: robertsalem@mail.ru

В радиоэлектронике (например, спектроскопия видимого и инфракрасного излучений и др.), а также в других отраслях народного хозяйства, широкое применение получил искусственно добываемый оксид алюминия Al_2O_3 (корунд) (в виде рубина, сапфира, топаза, александрита, аметиста). Достаточно отметить [1], что мировое производство корунда, например, в 1980 году, составило 30 млн. тонн. Наиболее широкое применение нашёл сапфир (лейкосапфир), получение которого основано на сложной и довольно затратной технологии от исходной до конечной стадии. Исходное сырьё в виде порошка гидроксида алюминия $Al(OH)_3$ вносит довольно ощутимый вклад в эти затраты, поскольку получение $Al(OH)_3$ требует предварительного размельчения металлического алюминия до состояния порошка или пудры (достаточно энергоёмкий малоуправляемый процесс). Термодинамика допускает получение мелкодисперсного $Al(OH)_3$ растворением металла в воде путем понижения поверхностной энергии металла до величин, сопоставимых с энергией фазовых превращений. При погружении любого металла в воду (в том числе и алюминия) его поверхностная энергия понижается на ~ 55 эрг/см² (3,6–4,0 кДж/моль) и составляет примерно половину теплоты плавления алюминия, что уже увеличивает вероятность самопроизвольного растворения (распыления, диспергирования) алюминия. Внешнее электрическое поле еще более понижает поверх-

ностную энергию металла, вероятность распыления увеличивается. Процесс распыления суть фазовый переход первого рода, размеры распыляемых частиц сопоставимы с атомными или с размерами дислокаций (величиной менее 1–10 нм). Распыляемые частицы металла, будучи электронно-возбужденными (за счет потери колебательной составляющей внутренней энергии кристаллической решетки металла), активно вступают в химическое взаимодействие с молекулами воды с образованием $Al(OH)_3$ и выделением большой тепловой энергии (389 кДж/моль). Отметим, что приведенный процесс резко отличается от распространенной так называемой алюмо-водородной технологии [1], поскольку не требует предварительного измельчения металла.

Подвод внешнего (стороннего) заряда к металлу, погруженному в раствор, можно осуществить лишь путем образования гальванической пары (т. е. введением в объем раствора второго противоэлектрода). Если в качестве второго электрода использовать также алюминий, то гальванический элемент будет представлять собой электролизер. Подключение такого элемента к внешней цепи, например — постоянного тока, понижает поверхностную энергию как одного, так и другого электродов. На катоде, кроме распыления металла по приведенной выше схеме, происходит разложение воды с выделением водорода, на аноде — распыление металла и окисление металлического алюминия уже

электрохимическим путем с отдачей трех электронов во внешнюю цепь элемента. Термодинамика и кинетика этих процессов достаточно обоснована [2] и широко применяется на практике.

Таким образом, в совмещенном процессе электролиза воды и окисления алюминия в качестве целевого продукта получают наноструктурные порошки гидроксида алюминия (в объеме раствора и на поверхности анода), электролитический водород (на катоде и в объеме раствора) и существенная экономия электроэнергии за счет утилизации отведенного от реактора тепла химической реакции взаимодействия электронно-возбужденного диспергированного алюминия с водой.

Литература

1. Берш А. В., Клеменов Б. В., Низовцев В. Е. Информост. Радиоэлектроника, 2007, 31.
2. Салем Р. Р. Начала теоретической электрохимии М. Комкнига, 2005, 320 с.