Способ получения мелкокристаллического титаната бария в водной среде для изготовления пьезоэлектрической керамики

Холодкова А.А.[1], Данчевская М.Н.[1], Ивакин Ю.Д.[1], Муравьева Г.П.[1], Тарасовский В,П.[2], Пономарев С.Г.[2]

[1]МГУ имени М.В. Ломоносова, Химический факультет
[2]Московский государственный политехнический университет, Центр коллективного пользования

Титанат бария известен как сегнетоэлектрик уже более 70 лет и до настоящего времени остается наиболее важным керамическим материалом с такими свойствами. Наиболее динамично развивающейся областью применения $BaTiO_3$ является производство многослойных керамических конденсаторов и пьезоэлементов. Объемы их производства ежегодно возрастают вместе с производством мобильных электронных устройств. В 2000 г. в мире было продано 550 миллиардов микроконденсаторов на сумму 6 миллиардов долларов США. Титанат бария входит в основу материалов для микроконденсаторов, относящихся к типам NP0, X7R, Z5U и Y5V, где составляет от 50 до 98% по массе. Развитие микроэлектроники требует постоянного уменьшения размеров многослойных керамических конденсаторов без ухудшения их характеристик. Наряду с усовершенствованием технологии сборки и спекания микроконденсаторов, необходимо использование сырья, отвечающего нуждам этой технологии. Настоящая работа направлена на создание экономичного и экологически чистого метода синтеза $BaTiO_3$ в водной среде. Процесс проводится при температуре до 400°C и давлении от 0,27 до 18,00 МПа в закрытых реакторах. При этом водная реакционная среда может находиться как в сверхкритическом, так и в газообразном состоянии. Возможность использования докритического пара воды для проведения синтеза $BaTiO_3$ показана в наших работах впервые. Изготовленный таким образом $BaTiO_3$ представляет собой округлые кристаллы с размерами от 40 до 270 нм. В отличие от других методов «мокрой» химии, данный способ синтеза позволяет получать кристаллы титаната не в кубической, а в сегнетоэлектрической тетрагональной модификации. Кристаллы характеризуются низким содержанием летучих примесей (0,241 масс.%), узким распределением по размеру и низкой температурой спекания. Установлено, что такие преимущества данного метода связаны с тем, что образование кристаллов титаната в среде пара воды и водного флюида осуществляется путем твердофазного превращения, в отличие от растворения и осаждения в классическом гидротермальном синтезе. Методом искрового плазменного спекания из полученного кристаллического порошка изготовлена керамика плотностью 99% от значения для монокристалла и диэлектрической проницаемостью 7992 на частоте 100 Гц при комнатной температуре. Результаты показывают перспективность разработанного метода синтеза в области получения сырья для создания керамических элементов в микроэлектронике.