

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Ge-ЗАМЕЩЕННОГО ИНДАТА БАРИЯ*Глинский Н.Н., Симонова Т.Д., Корона Д.В., Кочетова Н.А.*Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

В последние годы возрос интерес к экологически чистым и возобновляемым источникам энергии, в частности к водородной энергетике. Одним из актуальных направлений современного материаловедения является поиск твердых сложно-оксидных электролитов с высокой кислородно-ионной и протонной проводимостью для создания топливных элементов.

Интерес вызывают сложные оксиды с перовскитной или перовскитоподобной структурой, содержащие вакансии кислорода. Сложный оксид $\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_5$ имеет структуру браунмиллерита с упорядоченным расположением вакансий, что приводит к снижению электропроводности. Улучшить его транспортные свойства можно путем оксоанионного замещения, то есть введением неметаллического элемента в катионную подрешетку индия. Допирование индата бария способствует стабилизации разупорядоченной кубической модификации структуры и обуславливает улучшение электрических свойств.

В настоящей работе для исследования были выбраны образцы $\text{Ba}_2\text{In}_{2-x}(\text{GeO}_4)_x\text{O}_{5-7x/2}$ ($x = 0.05, 0.1, 0.2$). Синтез осуществляли твердофазным методом из предварительно обработанных исходных веществ квалификации ос.ч.: BaCO_3 , In_2O_3 и GeO_2 . Смесь подвергалась ступенчатому отжигу в течение 12 и 24 часов при температурах 800–1000 °С с промежуточными перетираниями в среде этилового спирта. По данным рентгенофазового анализа (XRD-7000 Maxima, Shimadzu, Япония) Ge-замещенные твердые растворы получены однофазными, при увеличении концентрации германия степень орторомбических искажений уменьшается, стабилизируется кубическая структура типа перовскита.

Методом термогравиметрии (STA 409 PC Luxx, Netzsch, Германия) была подтверждена возможность внедрения воды в структуру $\text{Ba}_2\text{In}_{1.9}\text{Ge}_{0.1}\text{O}_{5.05}$. На одну формульную единицу входит ~ 0.9 моль воды, что соотносится с количеством вакансий кислорода.

Электропроводность была измерена методом электрохимического импеданса (Z-1000P, Elins, Россия) в частотном диапазоне 100 Гц – 3 МГц в интервале температур 300–900 °С в различных атмосферах: сухой и влажный воздух, сухой и влажный азот. Было показано, что замещение позиций индия германием приводит к значительному улучшению электрических свойств. Для всех образцов характерен рост электропроводности во влажной атмосфере воздуха или азота по сравнению с сухой из-за появления протонного переноса. Электропроводность в атмосфере азота ($p\text{O}_2 = 1 \cdot 10^{-3}$ атм) ниже, чем в атмосфере воздуха ($p\text{O}_2 = 0.21$ атм), то есть при высоких $p\text{O}_2$, наряду с превалирующей ионной проводимостью, образцы имеют вклад дырочного типа проводимости.