

[补充信息]

**Ba、Ga 共掺杂对石榴石型固态电解质  $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$  显微组织及电导率的影响**

董大彰, 赵梦媛, 解昊, 边凌峰, 杨星, 孟彬✉

昆明理工大学材料科学与工程学院, 昆明 650093

[Supplementary Information]

**The Role of Ba and Ga Co-doping in Microstructure and Electrical Conductivity of a Garnet-type Solid State Electrolyte  $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$**

DONG Dazhang, ZHAO Mengyuan, XIE Hao, BIAN Lingfeng, YANG Xing, MENG Bin✉

Faculty of Material Science and Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China

实验

实验中原料为  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  (阿拉丁试剂, 99.99%),  $\text{La}_2\text{O}_3$  (阿拉丁试剂, 99.99%),  $\text{ZrO}_2$  (阿拉丁试剂, 99.0%),  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  (阿拉丁试剂, 99.8%),  $\text{BaCO}_3$  (阿拉丁试剂, 99.95%)。在称料前  $\text{La}_2\text{O}_3$  与  $\text{ZrO}_2$  需进行干燥以除去水分。研磨罐材质为二氧化锆, 无水乙醇作为溶液, 二氧化锆球(直径为  $(5\pm 0.5)$  mm)为研磨介质。

关于晶粒平均尺寸的计算

本工作中采用 Nano Measurer 软件对样品的平均晶粒尺寸进行计算。软件中导入样品断面的扫描电镜图, 设置标尺, 标记晶粒, 计算平均晶粒尺寸。

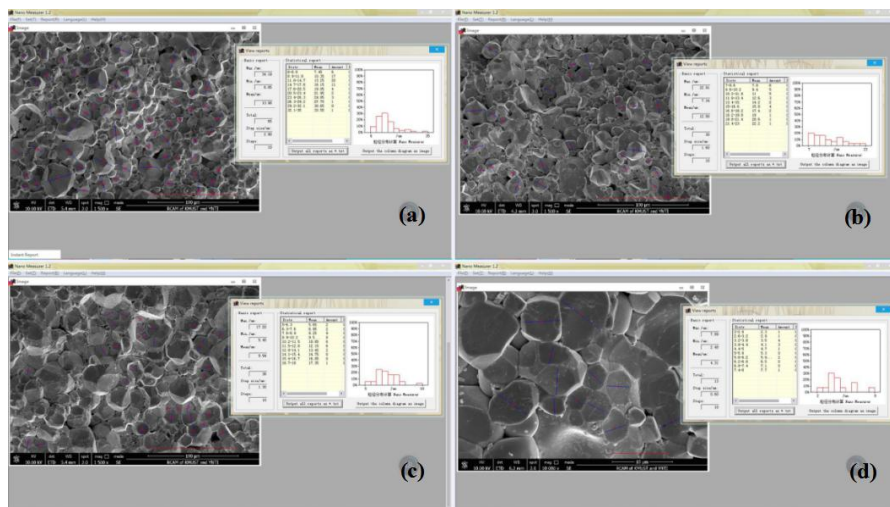


图 S1 样品的晶粒尺寸: (a)Ga<sub>0.15</sub>-LLZO; (b)Ba<sub>0.05</sub>Ga<sub>0.15</sub>-LLZO; (c)Ba<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.15</sub>-LLZO; (d)Ba<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.15</sub>-LLZO  
Fig.S1 Grain size of samples: (a) Ga<sub>0.15</sub>-LLZO; (b) Ba<sub>0.05</sub>Ga<sub>0.15</sub>-LLZO; (c) Ba<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.15</sub>-LLZO; (d) Ba<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.15</sub>-LLZO

图 S1 为样品的晶粒尺寸。 $\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$  样品的晶粒尺寸: 晶粒样本数量 65, 最大晶粒尺寸为  $34.19\ \mu\text{m}$ , 最小晶粒尺寸为  $6.95\ \mu\text{m}$ , 平均晶粒尺寸为  $13.98\ \mu\text{m}$ 。从计算数据中可以看出, 晶粒尺寸范围较广, 但是晶粒的尺寸主要集中在  $13\ \mu\text{m}$  左右。 $\text{Ba}_{0.05}\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$  样品的晶粒尺寸: 晶粒样本数量为 30, 最大晶粒尺寸为  $22.91\ \mu\text{m}$ , 最小晶粒尺寸为  $7.54\ \mu\text{m}$ , 平均晶粒尺寸为  $12.50\ \mu\text{m}$ , 可以看出大晶粒的尺寸有明显的下降, 晶粒尺寸主要集中于  $11\ \mu\text{m}$  左右。 $\text{Ba}_{0.1}\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$  样品的晶粒尺寸: 晶粒样本数量 35, 最大晶粒尺寸为  $17.20\ \mu\text{m}$ , 最小晶粒尺寸为  $5.45\ \mu\text{m}$ , 平均晶粒尺寸为  $9.94\ \mu\text{m}$ , 晶粒尺寸主要集中在  $9\ \mu\text{m}$  左右。 $\text{Ba}_{0.15}\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$  样品的晶粒尺寸: 晶粒样本数量 15, 最大晶粒尺寸为  $7.89\ \mu\text{m}$ , 最小晶粒尺寸为  $2.48\ \mu\text{m}$ , 平均晶粒尺寸为  $4.31\ \mu\text{m}$ 。

## 样品的厚度、电极面积、相对密度以及电导率

表 S1  $\text{Li}_{6.55+x}\text{Ga}_{0.15}\text{La}_{3-x}\text{Ba}_x\text{Zr}_2\text{O}_{12}$  ( $x=0, 0.05, 0.1, 0.15$ ) 陶瓷片的元素组成、样品厚度、电极面积、相对密度、总电导率

Table S1 Elements contents, thickness, acreage, total resistance and total conductivity for  $\text{Li}_{6.55+x}\text{Ga}_{0.15}\text{La}_{3-x}\text{Ba}_x\text{Zr}_2\text{O}_{12}$  ceramic pellets

Pellets	d/mm	S/cm <sup>2</sup>	Relative density	$\sigma/(\text{S}\cdot\text{cm}^{-1})$
$\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$	1.28	2.14	93%	$1.40\times 10^{-5}$
$\text{Ba}_{0.05}\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$	1.10	2.16	92%	$1.87\times 10^{-5}$
$\text{Ba}_{0.1}\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$	1.12	2.01	93%	$5.96\times 10^{-5}$
$\text{Ba}_{0.15}\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$	1.02	2.06	91%	$2.11\times 10^{-4}$

## 交流阻抗拟合过程中原始数据与拟合数据的误差

在  $30\ ^\circ\text{C}$  下测量不同 Ba 掺杂量样品的交流阻抗数据与拟合数据的误差, 如表 S2 所示。

表 S2 交流阻抗拟合误差

Table S2 Fitting errors of EIS

Samples	$\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$	$\text{Ba}_{0.05}\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$	$\text{Ba}_{0.1}\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$	$\text{Ba}_{0.15}\text{Ga}_{0.15}\text{-LLZO}$
Fitting errors	$2.70\times 10^{-4}$	$1.10\times 10^{-4}$	$2.27\times 10^{-3}$	$1.30\times 10^{-3}$