https://doi.org/10.12442/j.issn.1002-185X.20240114

粒度对冷压烧结钒酸锶块体电导率的影响

陈建波，杨晓娇，杨泞嘉，牛奕博，欧阳林峰，刘 颖
（四川大学 材料科学与工程学院，四川 成都 610065）

摘 要：以溶胶-凝胶法结合氢还原制备的公斤级微纳米钒酸锶（$SrVO_3$）粉末为原料，采用不同目数筛网（未筛粉、100目、200目和300目）筛分后，通过冷压烧结制备$SrVO_3$块体。研究了$SrVO_3$粉末和块体材料在空气下的热稳定性，探讨了粒度筛分对其原料粒度及分布、块体晶粒尺寸及电导率的影响。结果表明：$SrVO_3$块体在空气中的热稳定性优于$SrVO_3$粉末，发生氧化增重的温度由粉末的335 ℃提高至块体的430 ℃；随着粒度筛分目数的增加，原料粉末的平均粒径减小，粉末电导率增大，对应的冷压烧结块体的电导率也明显提高。粒度筛分可获得粒度更小、更均匀的粉末原料，使冷压烧结制备的块体更致密，为材料中电荷的传导建立更多的有效路径，制备的$SrVO_3$块体电导率达20 000 S/cm，比未筛粉制备的块体提高了37%。粒度筛分本质上是原料粒度的优化，进一步细化$SrVO_3$粉末粒度，可望获得更高性能的块体材料，为其在透明导电薄膜、半导体器件、传感器等领域的应用奠定基础。

关键词：$SrVO_3$；冷压烧结；电导率；热稳定性

中图法分类号：TB34 **文献标识码**：A **文章编号**：1002-185X(2025)07-1857-07

1 引 言

钒酸锶（$SrVO_3$）由于其优异的导电性和光学性能等，在传感器[1–3]、电池电极材料[4–5]、透明导电薄膜[6]和光催化[7]等领域具有很好的应用前景。目前，已报道的$SrVO_3$材料主要有薄膜、微纳米粉末和块体等，不同制备方法和材料形态对其电导率有较大影响。

$SrVO_3$薄膜的制备方法主要有分子束外延[8]和脉冲激光沉积[9]等。Shoham等[6]采用分子束外延法制备的$SrVO_3$薄膜，其室温电导率达31 250 S/cm，可望在半导体基底上生长高质量透明电极。Macia等[3]研究了脉冲激光沉积法制备的$SrVO_3$薄膜，作为莫特半导体由于其晶体结构的对称性和特殊电子构型，具有较高的自旋混合电导（11.8×10^{18} m^{-2}）。Xu等[10]采用脉冲激光沉积法制备了沿(111)方向生长的$SrVO_3$薄膜，具有出色的导电性（2.92×10^4 S/cm）和光透过率（56.6%），被证明是一种良好的透明导电氧化物。$SrVO_3$微纳米粉末的制备已报道的方法主要为固相法[11]和溶胶-凝胶法[12]等。Lan等[13]采用固相法结合多次研磨和氢还原制备了室温电导率为23.9 S/cm的$SrVO_3$粉末，该方法制备周期长、能耗大、产物电导率低。Dougier等[14]采用固相法制备了纯度更高的$SrVO_3$粉末，通过调控反应温度（850 ℃），其电导率为1428 S/cm。欧阳林峰等[15]采用溶胶-凝胶法结合氢还原热处理，制备的$SrVO_3$粉末，通过成分调控制备了高纯度、高电导率的$SrVO_3$粉末（714 S/cm）。$SrVO_3$块体材料的制备方法主要有冷压烧结[16]和放电等离子烧结[11]等。陈永生等[16]以固相法制备的$Sr_2V_2O_7$粉末为原料，通过冷压烧结（1000 ℃，12 h）制备了电导率为2.978×10^{-5} S/cm的$Sr_2V_2O_7$陶瓷块体。Maekawa等[11]以固相法制备的粉末为原料，通过放电等离子烧结制备了电导率为1000 S/cm的$SrVO_3$块体。

$SrVO_3$薄膜性能优异，其导电性明显优于粉末和块体，但对原料和设备要求高、工序繁琐、成本高，限制了其进一步推广应用。$SrVO_3$粉末制备方法中，常规的固相法存在能耗大、易引入杂质、粉体易团聚、粒度分布宽等问题。$SrVO_3$块体材料研究报道较少，多数采用固相法制备的粉末为原料制备块体，原料粉末的品质（如纯度、粒度及分布等）直接影响块体材料的性能。同时块体材料可作为薄膜制备时的靶材原料，故$SrVO_3$块体材料的制备及性能研究具有重要意义。因此，在前期研究工作的基础上[15]，以溶胶-凝胶法结合氢还原制备的公斤级$SrVO_3$粉末为原料，通过不同目数筛网筛分后，采用冷压烧结制备$SrVO_3$块体。研究了$SrVO_3$粉末和块体在空气条件下的热稳定性，探讨了粒度对块体晶粒尺寸、$SrVO_3$粉末和块体电导率的影响。

2 实 验

以硝酸锶（$Sr(NO_3)_2$）和偏钒酸铵（NH_4VO_3）分别作为

收稿日期：2024-07-04
作者简介：陈建波，男，1995年生，硕士生，四川大学材料科学与工程学院，四川 成都 610065，E-mail：1609698251@qq.com

锶源和钒源，以无水柠檬酸（CA）作为络合剂，所有试剂均来自四川科隆化学试剂有限公司，实验室自制去离子水作为溶剂。

以课题组前期工作所述的溶胶-凝胶法制备 $SrVO_3$ 粉末[15]的最佳工艺条件，制备公斤级 $SrVO_3$ 粉末。

采用不同目数的筛网（100 目、200 目、300 目）对 $SrVO_3$ 粉末进行筛分，将未筛粉、100 目、200 目、300 目对应的 $SrVO_3$ 粉末标记为 Powder、P-100、P-200、P-300。

分别称取 1.5 g 上述不同粉末，采用直径为 10 mm 的硬质合金冷压模具（20 MPa，1 min）冷压成型，再在管式炉中氩气气氛下，1300 ℃烧结 2 h，制得冷压烧结后的 $SrVO_3$ 块体，将未筛粉、100 目、200 目和 300 目对应的 $SrVO_3$ 块体标记为 Bulk、B-100、B-200 和 B-300。冷压烧结制备 $SrVO_3$ 块体的实验流程示意图如图 1 所示。

$SrVO_3$ 粉末和块体样品在空气气氛下的热稳定性通过热分析系统（梅特勒-托利多 TGA/DSC2）进行 TG 测试。使用配备了能量色散光谱仪（EDS，Ultim MAX 65，英国 Oxford Instrument）的扫描电子显微镜（SEM，JEOL JSM-7900F）研究了样品的微观形貌。块体的密度采用排水法进行测量。采用激光粒度仪（HELOS/BR，新帕泰克公司）对粉末的粒度及分布进行测试。样品的物相采用 X 射线衍射仪器（XRD，DX-2700，丹东浩元仪器有限公司）进行表征。

$SrVO_3$ 粉末的电导率采用苏州晶格电子直线型数字式四探针测试仪（RTS-8）进行测试，其测试原理为[17]：将粉末装填至样品槽中，通过对加压板逐步加压，使得粉末与含四探针探头的电极形成欧姆接触，对其中两处探针施加电流，另外两处探针产生对应的电位差，最后由公式（1）和（2）计算出粉末电导率。

$$\rho = C \cdot G\left(\frac{h}{T}\right) \cdot D\left(\frac{\Phi}{T}\right) \cdot \frac{U}{I} \tag{1}$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \tag{2}$$

式中，ρ 为粉末电阻率，h 为粉末高度，Φ 为样品槽直径，T 为四探针相邻两针间距，C 为探针间距修正系数，G 为高度修正系数，D 为位置修正系数，U 为探针产生的电位差，I 为探针之间的电流强度，σ 为粉末电导率。

$SrVO_3$ 块体的电导率采用广州四探针双电四探针测试系统（RTS-9）进行测试，其测试原理为[18]：使四探针的针尖同时接触到块体表面，四探针外围 2 个探针与恒流源相连接，内侧 2 个探针与电压表连接，电流从外侧 2 个探针流经块体产生的电压可从电压表读出，最后由公式（3）和（2）计算其块体电导率。

$$\rho = \frac{\pi}{\ln 2} \cdot \frac{V}{I} \cdot d \tag{3}$$

式中，d 为块体厚度，I 为块体电流，V 为块体产生的电压，ρ 为块体电阻率，σ 为块体电导率。

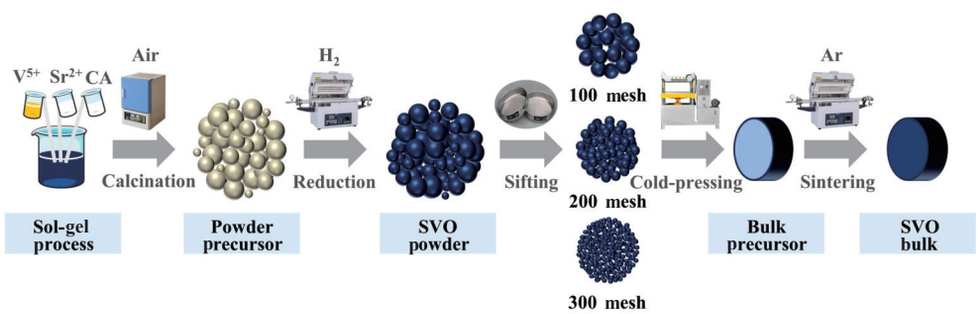

图 1　实验流程示意图

Fig.1　Schematic diagram of the experimental process

3　结果与讨论

3.1　$SrVO_3$ 的热稳定性研究

$SrVO_3$ 粉末（Powder）和块体（Bulk）从室温到 1000 ℃在空气条件下的 TG 曲线如图 2 所示。$SrVO_3$ 粉末的 TG 曲线如图 2 中曲线 a 所示，随温度变化其质量变化可大致分为 3 个阶段：（1）从室温至 335 ℃，该阶段失重率为 2.56%，主要为样品吸附水和结晶水的脱除[19]及其他可能存在杂相的去除；（2）在 335~520 ℃，该阶段增重率为 3.13%，是由于样品在高温有氧条件下+4 价钒被氧化形成+5 价钒，生成高价态的钒氧化合物造成的氧化增重[20]；（3）在 520~1000 ℃，存在较小的质量变化，失重

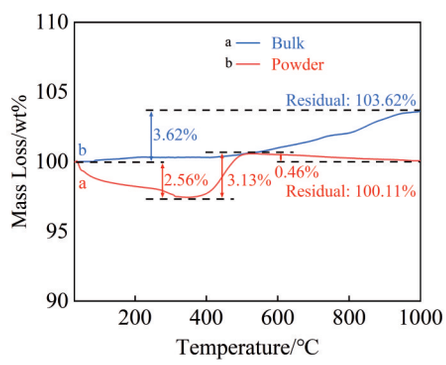

图 2　$SrVO_3$ 粉末和块体的 TG 曲线

Fig.2　TG curves of $SrVO_3$ powder and bulk

率为0.46%，可能是由于在阶段(2)中氧化生成的钒氧化合物在高温下不稳定发生挥发现象[21]而导致的失重。

$SrVO_3$块体的TG曲线如图2中曲线b所示，室温到430 ℃，TG曲线较平滑，样品质量基本没有大的变化；430~1000 ℃样品出现缓慢的氧化增重，其增重率为3.62%。由于冷压烧结制备块体经过高温煅烧已脱除了原料中的吸附水和结晶水等，故块体在空气中没有粉末对应的失重阶段。在空气条件下，当温度高于335 ℃时，$SrVO_3$粉末发生氧化增重，而$SrVO_3$块体开始出现缓慢增重的温度提高到430 ℃，说明$SrVO_3$块体材料在空气中一定温度下(300~400 ℃以下)是比较稳定的，且其稳定性优于$SrVO_3$粉末。

3.2　粒度对$SrVO_3$粉末微观形貌和粒度分布的影响

图3为$SrVO_3$粉末样品的微观形貌及其对应的粒度分布图。如图3a和图3e所示，溶胶-凝胶法制备的$SrVO_3$粉末的微观形貌呈疏松多孔结构，粉末粒度不均，其粒度

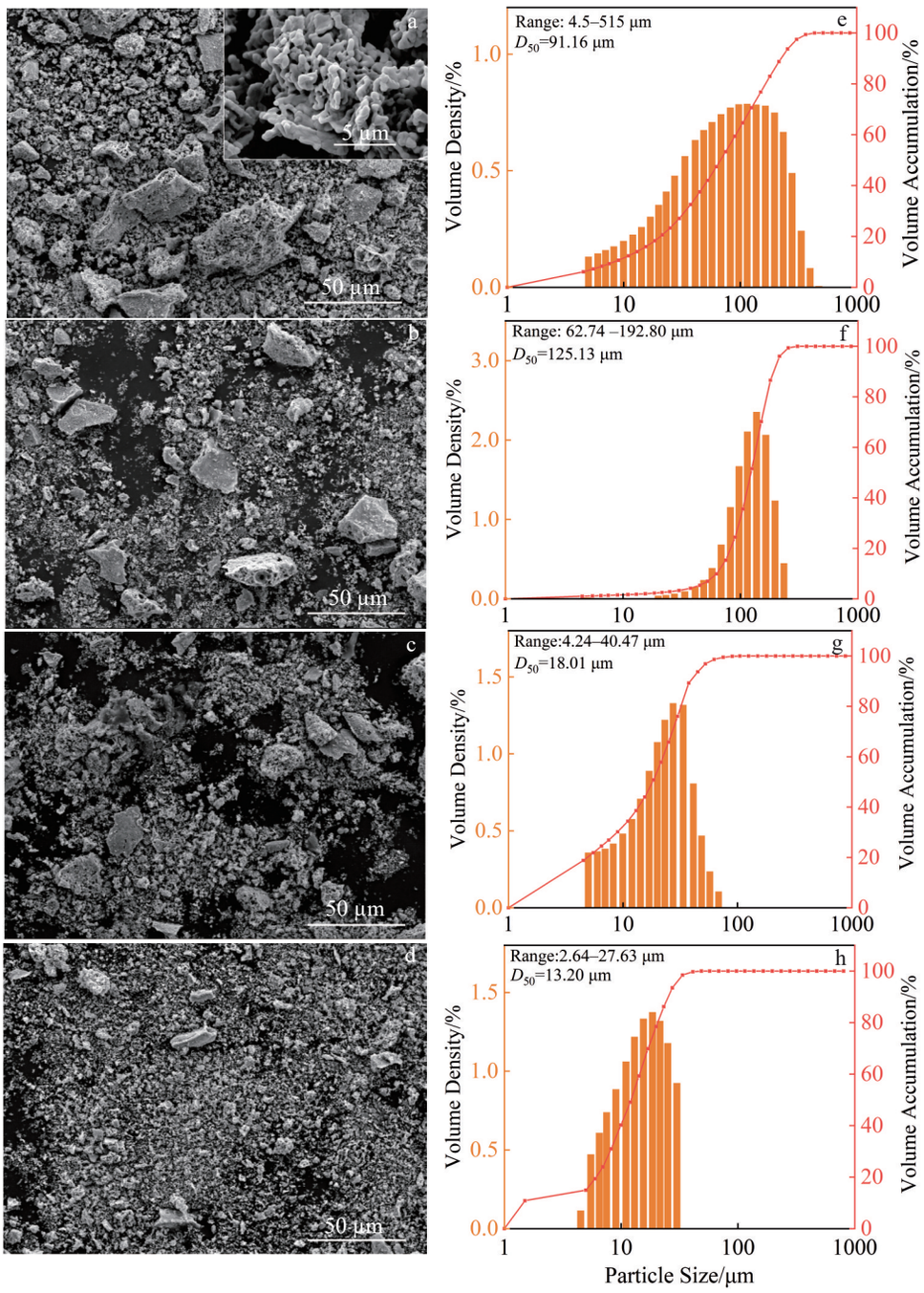

图3　$SrVO_3$粉末的SEM照片和粒度分布

Fig.3　SEM images (a–d) and particle size distributions (e–h) of $SrVO_3$ powders: (a, e) powder, (b, f) P-100, (c, g) P-200, and (d, h) P-300

分布范围较宽(4.5~515 μm)，平均粒径(D_{50})为91.16 μm。经100目筛分后(如图3b和图3f所示)，粉末粒度分布范围缩小至62.74~192.80 μm，平均粒径(D_{50})从未筛分的91.16 μm增加至125.13 μm。经200目筛分后粉末粒度分布范围进一步缩小至4.24~40.47 μm，平均粒径(D_{50})为18.01 μm。经300目筛分后粉末粒度分布范围为2.64 ~ 27.63 μm，平均粒径(D_{50})为13.20 μm。随着筛网目数增加，粉末的粒度分布范围和平均粒径均明显减小，这与样品的SEM微观形貌图结果一致，粉末颗粒逐步细化，粉末粒度分布更均匀，有利于后续冷压烧结制备$SrVO_3$块体。

3.3　粒度对$SrVO_3$块体的微观形貌及密度的影响

图4为$SrVO_3$块体表面的微观形貌。与图4a未筛粉制备块体Bulk相比，经100目筛分后制备的样品B-100(如图4b所示)孔隙更大，颗粒排布较为疏松，这是由于经100目筛分后，原料粉末的平均粒径增大且其粒度分布范围缩小，粒度较小和过大的粉末均被筛选掉，无法在冷压烧结过程中更好的结合，故块体样品B-100与未筛分的Bulk样品比，存在更大的孔隙，导致其密度由样品Bulk的5.232 g/cm^{3}降低至样品B-100的5.015 g/cm^3。随着提高粉末筛分目数，由100目逐步增加至200目和300目后，粉末粒度随筛分目数的增加逐步减小，且粒度分布范围更窄，原料粒度更均匀，冷压烧结后的块体颗粒排布更紧密，孔隙明显减少，单个孔隙平均直径降低，孔隙分布更均匀，块体密度逐步升高至样品B-200(5.317 g/cm^3)和样品B-300(5.359 g/cm^3)(表1)。提高筛网目数能够得到更为均匀细小的粉末原料，使冷压烧结块体更为致密，提高其块体的密度。

3.4　粒度对$SrVO_3$粉末和块体的物相和晶粒尺寸的影响

$SrVO_3$粉末和块体XRD图谱如图5所示，Powder、Bulk、B-100、B-200、B-300冷压烧结制备块体在2θ=32.88°处为$SrVO_3$的最强峰(110)，在2θ=47.18°、58.70°、68.94°等一系列衍射峰，与标准PDF卡片(81-0119)(200)、(211)、(220)的出峰位置一一对应，其余衍射峰也能与标准卡片相对应，表明粉末和冷压烧结块体是空间群为Pm-3m(221)的钙钛矿型$SrVO_3$。

结合块体的微观形貌分析可知，不同粒度原料冷压烧结制备的块体具有不同的微观结构，进一步根据谢乐公式(Scherrer)，由最强峰(110)数据计算Bulk、B-100、B-200、B-300块体的晶粒尺寸(表1)，结果表明未筛样品Bulk的晶粒尺寸为61.0±24.1 nm，经100目筛分后块体样品B-100的晶粒尺寸略微增加至62.8±18.1 nm。通过提高筛网目数，所得更细小均匀的粉末原料，冷压烧结后块体样品的晶粒尺寸进一步减小为48.2±9.8 nm(B-200)和29.7±7.6 nm(B-300)。表明粉末过筛后冷压烧结块体的晶粒得以细化。

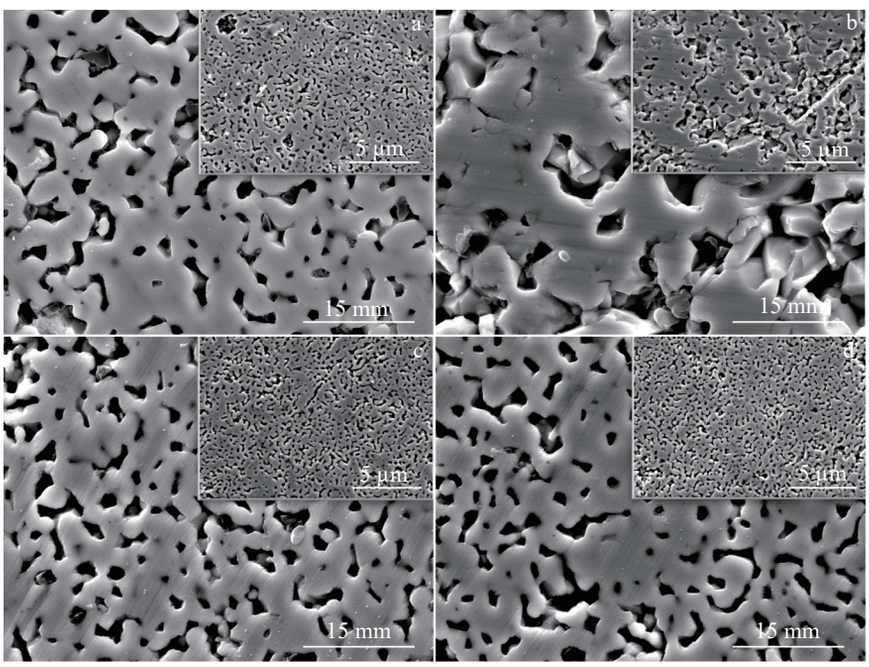

图4　$SrVO_3$块体SEM照片

Fig.4　SEM images of $SrVO_3$ bulks: (a) bulk, (b) B-100, (c) B-200, and (d) B-300

表 1 $SrVO_3$ 块体的晶粒尺寸和实测密度

Table 1 Grain size and measured density of $SrVO_3$ bulks

Sample	Grain size/ nm	Density/ $g\cdot cm^{-3}$
Bulk	61.0±24.1	5.232
B-100	62.8±18.1	5.015
B-200	48.2±9.8	5.317
B-300	29.7±7.6	5.359

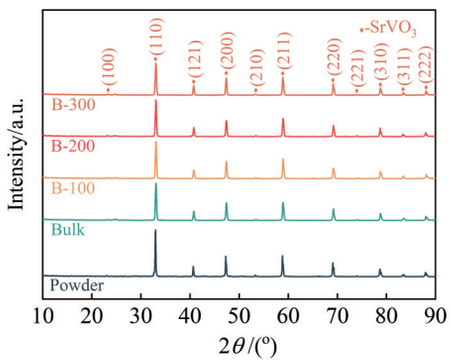

图 5 $SrVO_3$ 粉末和块体的 XRD 图谱

Fig.5 XRD patterns of $SrVO_3$ powders and bulks

3.5 粒度对 $SrVO_3$ 粉末和块体电导率的影响

不同目数筛分后 $SrVO_3$ 粉末的电导率如图 6a 所示。未筛样品 Powder 的电导率为 209 S/cm，均高于筛分后粉末的电导率，这是由于通过溶胶-凝胶法结合氢还原热处理制备的 $SrVO_3$ 粉末粒度不均，其粒度分布范围较广（4.5~515 μm），大小不一的粉末颗粒在采用直线型数字式四探针测试仪进行测量时可以更好的紧密结合，形成导电通路，故电导率较高。通过 100 目筛分后，样品 P-100 的电导率骤降至 87 S/cm，这是由于 P-100 的平均粒径较大，粒度分布范围较窄，粉末颗粒间存在较大空隙，接触变差，导致电导率降低。通过不同目数筛网筛分后，粉末的电导率逐步提高至样品 P-200 的 119 S/cm 和样品 P-300 的 141 S/cm。随着筛网目数的提高，粉末的电导率逐步增加，这是由于筛分后的样品平均粒径减小，粒度分布范围变窄，粉末样品更均匀，颗粒间相互接触变好。虽然粒度筛分后粉末样品的电导率比未筛粉的电导率低，但作为粒径更小更均匀的粉末原料进行冷压烧结制备块体，块体的电导率可得到有效提升。

$SrVO_3$ 块体的电导率如图 6b 所示，样品 Bulk 的电导率为 14 620 S/cm，经过 100 目筛网筛分后，样品 B-100 的电导率降低至 11 940 S/cm，这是由于原料粉末 P-100 的平均粒径（123.08 μm）高于 Powder（91.16 μm），导致 B-100 的密度（5.015 g/cm^3）低于 Bulk 的密度（5.232 g/cm^3），块体内部存在的孔隙无法建立有效的电荷传导路径，导致块体电阻率升高，电导率降低[22]。通过不同目数筛网筛分后，样品 B-200 和 B-300 的电导率分别提高到 18 680 和 20 000 S/cm。随着筛网目数的提高，粉末平均粒径更小，冷压烧结制备的块体更为致密，样品 B-200 和 B-300 的密度比未筛样品 Bulk 分别提升了 5.43% 和 6.26%，为电荷的传导建立了更多的有效路径，电导率呈上升趋势。

与未筛粉制备的块体样品 Bulk 的电导率相比，B-200 和 B-300 的电导率分别提升了 28% 和 37%。采用高效、低成本的冷压烧结工艺，块体电导率达到了 10^5 数量级，远高于采用固相法结合放电等离烧结制备的 $SrVO_3$ 块体电导率（1000 S/cm）（见表 2）。说明以溶胶-凝

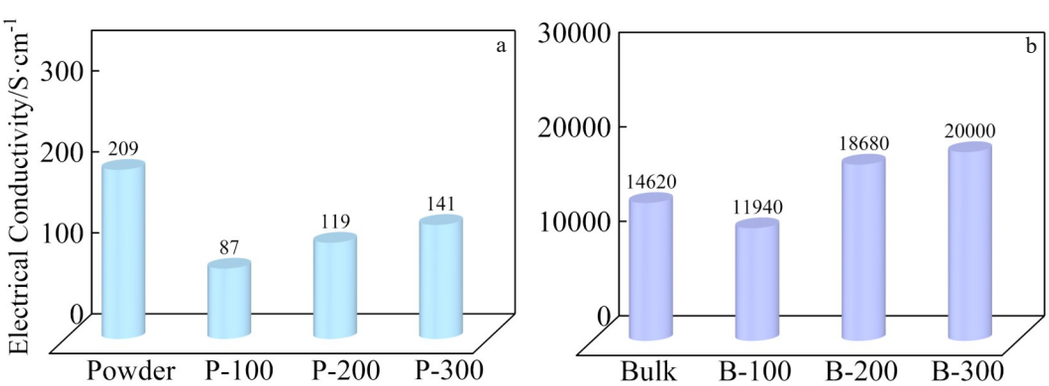

图 6 $SrVO_3$ 粉末、冷压烧结 $SrVO_3$ 块体的电导率

Fig.6 Electrical conductivities of $SrVO_3$ powders (a) and cold-pressing sintered $SrVO_3$ bulks (b)

表2 不同形态钒酸锶材料的电导率对比

Table 2 Comparison of conductivity of different forms of strontium vanadate materials

Sample	Preparation method	Phase	Electrical conductivity/S·cm^{-1}	Ref.
Powder	Solid-state method	$SrVO_3$	23.9	Lan[13]
	Solid-state method	$SrVO_3$	1428	Dougier[14]
	Sol-gel method	$SrVO_3$	714.30	Ouyang[15]
	Powder	$SrVO_3$	209	This work
	P-100	$SrVO_3$	87	This work
	P-200	$SrVO_3$	119	This work
	P-300	$SrVO_3$	141	This work
Thin film	Pulsed laser deposition	$SrVO_3$	26316	Macia[3]
	Pulsed laser deposition	$SrVO_3$	29200	Xu[10]
	Pulsed laser deposition	$SrVO_3$	13680	Berini[9]
	Molecular beam epitaxy	$SrVO_3$	31250	Shoham[6]
Bulk	Cold-pressing sintering	$Sr_2V_2O_7$	2.978×10^{-5}	Cheng[16]
	Spark plasma sintering	$SrVO_3$	1000	Maekawad[11]
	Bulk	$SrVO_3$	14620	This work
	B-100	$SrVO_3$	11940	This work
	B-200	$SrVO_3$	18680	This work
	B-300	$SrVO_3$	20000	This work

胶法制备$SrVO_3$粉末为原料，采用冷压烧结可制备高导电率的$SrVO_3$块体（14620 S/cm），通过粒度筛分可提高其电导率到20 000 S/cm，进一步细化原料粉末可望获得更高性能的$SrVO_3$块体。

4 结　论

1）以溶胶-凝胶法结合氢还原热处理制备的$SrVO_3$粉末为原料，通过不同目数筛分后，采用冷压烧结成功制备高电导率的$SrVO_3$块体。$SrVO_3$块体在空气条件下的热稳定性优于$SrVO_3$粉末，将其氧化增重温度提高近100 ℃。

2）粒度筛分可有效地改善粉末的粒度均匀性问题，从而获得粒度更小、分布更均匀的粉末原料，对冷压烧结块体的密度和电导率均有较大幅度提升。300目筛分粉末冷压烧结制备的$SrVO_3$块体的密度为5.359 g/cm^3，电导率达20 000 S/cm，比未筛粉制备块体的电导率提升37%。

3）通过改善原料粉末粒度和均匀性，进一步有效提升$SrVO_3$块体的电导率，为制备高导电的$SrVO_3$材料提供思路，有望应用于透明导电薄膜等领域。

参考文献　References

[1] Xu Ruiing, Min Liangliang, Qi Zhimin *et al*. *ACS Applied Materials & Interfaces*[J], 2020, 12(14): 16462

[2] Su C P, Ruotsalainen K, Nicolaou A *et al*. *Advanced Optical Materials*[J], 2023, 11(6): 2202415

[3] Macia F, Mirjolet M, Fontcuberta J. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*[J], 2022, 546: 168871

[4] Li Xiaolei, Lin Zifeng, Jin Na *et al*. *Advanced Materials*[J], 2021, 344(46): 2107262

[5] Lei Ping, Liu Jiehui, Zhuge Shuyuan *et al*. *Materials Letters*[J], 2023, 333: 133575

[6] Shoham L, Baskin M, Myung-Geun H *et al*. *Advanced Electronic Materials*[J], 2019, 6(1): 1900584

[7] Bourlier Y, Fregnaux M, Bruno B *et al*. *Applied Surface Science* [J], 2021, 553: 149536

[8] Khare A, Kumar K S, Dinesh K S *et al*. *Journal of Physics-Condensed Matter*[J], 2021, 33(42): 425602

[9] Berini B, Demange V, Bouttemy M *et al*. *Advanced Materials*

Interfaces[J], 2016, 3(18): 1600274

[10] Xu Ruixing, Ji Yanda, Bouchilaoun R *et al*. *Ceramics International*[J], 2019, 45(9): 11304

[11] Maekawa T, Kurosaki K, Yamanaka S. *Journal of Alloys and Compounds*[J], 2006, 426(1–2): 46

[12] Lutta S T, Hong D, Zavalij P Y *et al*. *Materials Research Bulletin*[J], 2005, 40(2): 383

[13] Lan Y C, Chen X L, He M. *Journal of Alloys and Compounds*[J], 2003, 354(1–2): 95

[14] Dougier P, Fan J C C, Goodenough J B. *Journal of Solid State Chemistry*[J], 1975, 14(3): 247

[15] Ouyang Linfeng(欧阳林峰), Yang Xiaojiao(杨晓娇), Li Xiaolei (李小磊) *et al*. *Rare Metal Materials and Engineering*(稀有金属材料与工程)[J], 2022, 51(6): 2039

[16] Chen Yongsheng(陈永生), Zhang Zuren(张祖仁), Liu Zhenxiang (刘振祥). *Journal of Inorganic Materials*(无机材料学报)[J], 1998(6): 835

[17] Zhang Xiaomin(张小敏), Dong Guocai(董国材), Zhou Zhifeng (周志峰) *et al*. *Metrology & Measurement Technique*(计量与测试技术)[J], 2021, 48(2): 69

[18] Sun Xueli(孙雪丽), Li Guowei(李国伟), Wu Qiye(吴其晔). *Journal of Qingdao University*(青岛大学学报)[J], 2010, 31 (3): 299

[19] Liu Guoqin(刘国琴), Lian Lixian(连利仙), Liu Ying(刘 颖). *Rare Metal Materials and Engineering*(稀有金属材料与工程)[J], 2023, 52(11): 3730

[20] Ueda Y. *Journal of Solid State Chemistry*[J],1998, 135(1): 36

[21] Zou Jingyun, Cai Zhengyang, Lai Yongjue *et al*. *ACS Nano*[J], 2021,15(4): 7340

[22] Jiang Yuefeng(蒋岳峰), Dou Yinke(窦银科), Chen Yan(陈 燕) *et al*. *Hot Working Technology*(热加工工艺)[J], 2020, 49(16): 55

Effect of Granularity on Electrical Conductivity of Cold-Pressing Sintered Strontium Vanadate Bulks

Chen Jianbo, Yang Xiaojiao, Yang Ningjia, Niu Yibo, Ouyang Linfeng, Liu Ying

(College of Materials Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: Kilogram-scale micro-nano $SrVO_3$ powder was produced by the sol-gel method combined with hydrogen reduction and heat treatment. Then $SrVO_3$ bulks were prepared by cold pressing and sintering the sifted powders using different mesh sizes (unsifted powder, 100 mesh, 200 mesh, and 300 mesh). The thermal stability of $SrVO_3$ powder and bulks under air was investigated, and the effects of powder granularity sifting on granularity and distribution of their raw material, bulk grain size, and electrical conductivity were also evaluated. The results show that $SrVO_3$ bulk has better thermal stability in air than $SrVO_3$ powder; the temperature at which oxidative mass gain occurs is enhanced from 335 °C for the powder to 430 °C for the bulk. The mean particle size of the raw material powders decreases, the electrical conductivity of the related cold-pressing sintered bulks is significantly raised, and the conductivity of the powders rises with the increase in granularity sifting mesh. Granularity sifting can be used to acquire smaller and more uniform raw powder materials, which increases the density of the bulks produced by cold-pressing sintering. Furthermore, more effective routes for the conduction of electric charge are established and the conductivity of the prepared $SrVO_3$ bulk reaches 20 000 S/cm, which is 37% higher than that of the bulk produced by unsifted powder. Granularity sifting is essentially the optimization of the particle size of the raw material. More sifting of the particle size of the $SrVO_3$ powder is expected to yield improved performance of bulk material, providing the foundation for its use in transparent conductive films, semiconductor devices, sensors, and other areas.

Key words: $SrVO_3$; cold-pressing sintering; electrical conductivity; thermal stability

Corresponding author: Liu Ying, Ph. D., Professor, College of Materials Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, P. R. China, E-mail: liuying5536@scu.edu.cn