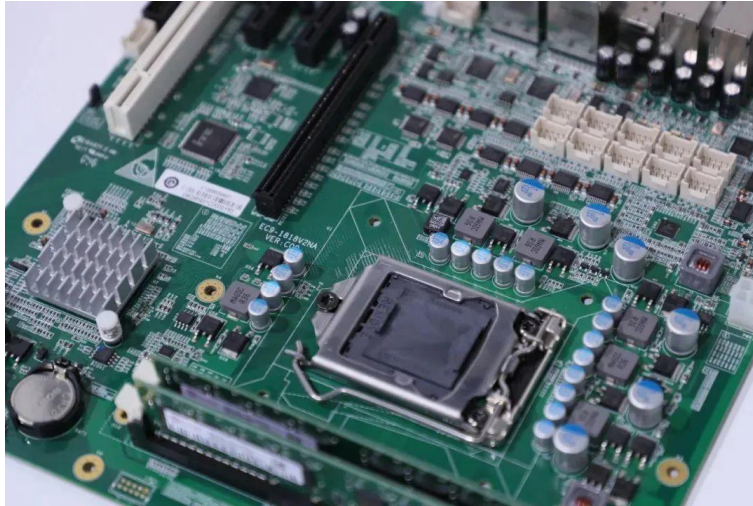


国仪量子扫描电镜在电子陶瓷中的应用

陶瓷材料具有高熔点、高硬度、高耐磨性、抗氧化等一系列特点，被广泛应用于电子工业、汽车工业、纺织、化工、航空航天等国民经济的各个领域。陶瓷材料的物理性能很大程度上取决于其微观结构，是扫描电镜重要的应用领域。



图片来源：中国电子报

陶瓷是什么？

陶瓷材料是指用天然或合成化合物经过成形和高温烧结制成的一类无机非金属材料，可以分为普通陶瓷材料和特种陶瓷材料。

特种陶瓷材料按化学成分可分为：氧化物陶瓷、氮化物陶瓷、碳化物陶瓷、硼化物陶瓷、硅化物陶瓷等；按其特性和用途可分为结构陶瓷与功能陶瓷。

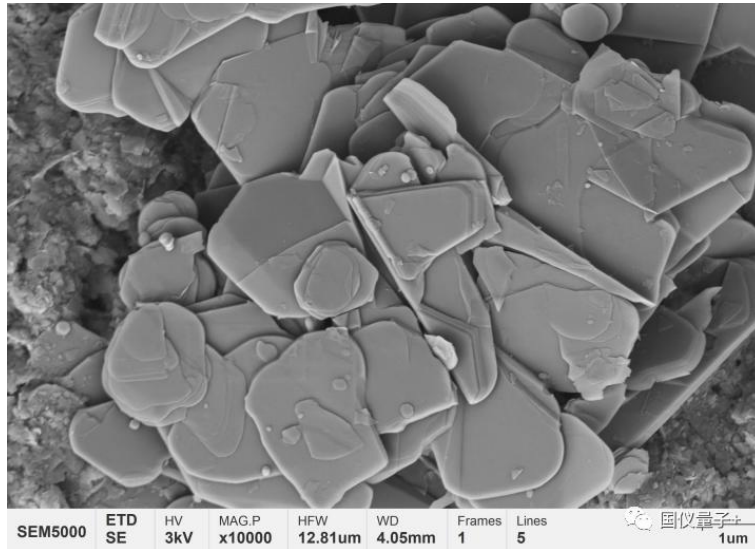


图 1 氮化硼陶瓷的微观形貌

扫描电镜助力陶瓷材料性能研究

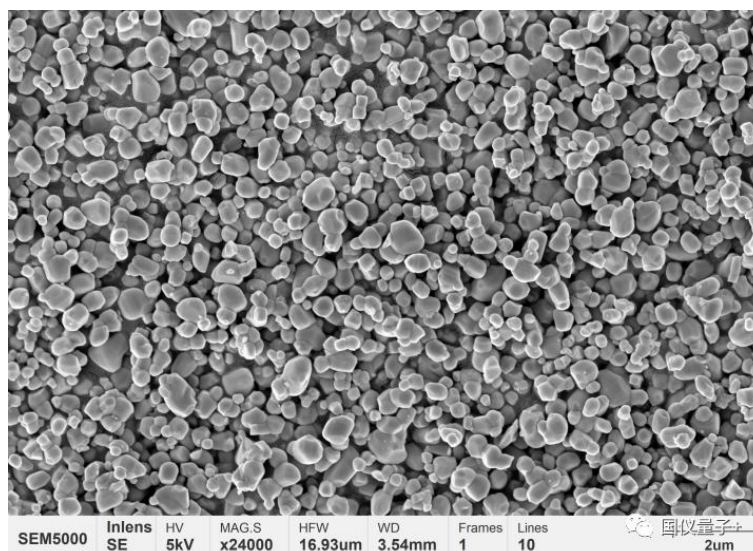
随着社会和科学技术不断发展，人们对于材料的要求不断提高，这就需要对陶瓷的各种理化性能有更深层次的了解。而陶瓷材料的物理性能很大程度上取决于其微观结构^[1]，扫描电镜图像具有分辨率高，放大倍数可调范围宽，成像富有立体感等特点，被广泛应用于陶瓷材料等研究领域。**使用国仪量子的场发射扫描电镜 SEM5000 可以很方便地观察陶瓷材料及其相关制品的显微结构**，此外搭配 X 射线能谱仪可以快速对材料元素组成进行判定。

扫描电镜在电子陶瓷研究中的应用

特种陶瓷产业最大的终端应用市场是电子工业，其中钛酸钡 (BaTiO_3) 由于具有很高的介电常数、优异的铁电和压电性能以及耐压及绝缘性能，被广泛应用于多层陶瓷电容器 (MLCC)、热敏电阻 (PTC) 等电子元器件中^[2]，被誉为“电子陶瓷工业的支柱”。随着电子信息产业的飞速发展，对钛酸钡的需求越来越大，此外电子元器件日益向小型、微型化发展，对钛酸钡也提出了更高的要求。

研究者们常通过改变烧结温度、气氛、掺杂等制备工艺来调控性能，而其本质是**制备工艺的改变造成了材料微观组织结构的变化进而导致性能的变化**。研究表明钛酸钡的介电铁电特性与材料的微观结构，如气孔率和晶粒尺寸息息相关^[3]。如图 2 所示**通过场发射扫描电镜 SEM5000 可以对钛酸钡陶瓷粉末的颗粒形貌、粒度均匀性和晶粒尺寸进行表征**。

微观结构的表征结果对烧结方法以及工艺参数的选择具有重要指导意义。此外通过扫描电镜研究材料的微观结构，有助于理解微结构与性能之间的关系。



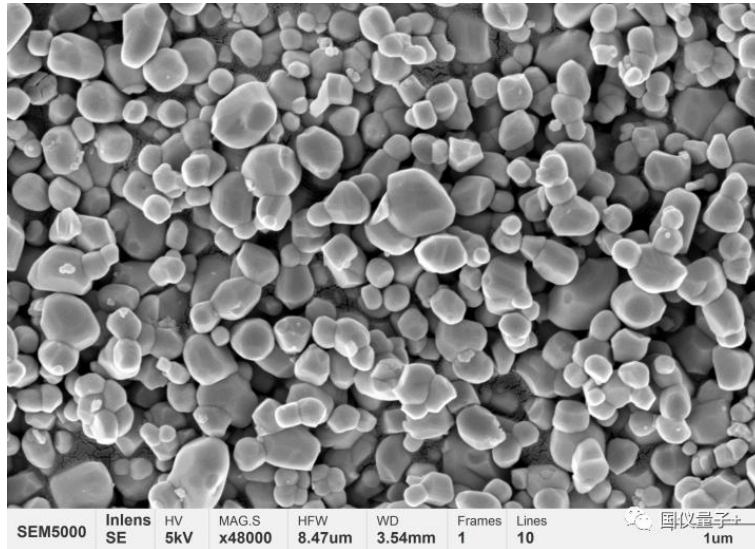
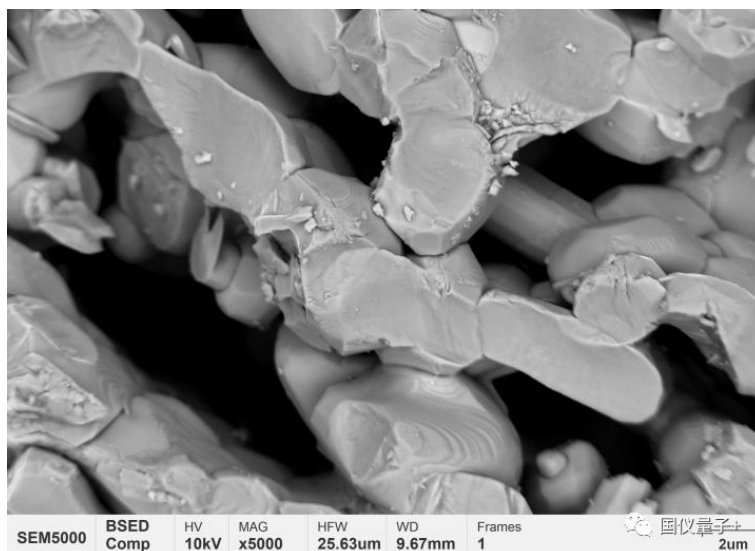


图 2 钛酸钡陶瓷粉末的微观形貌

钛酸锶钡 ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$) 也是一种重要的电子陶瓷材料，它是钛酸锶与钛酸钡形成的固溶体。相比于钛酸钡来说具有更高的介电常数，较低的介电损耗，高的击穿强度以及随成分可调的相变点而被大量学者研究并广泛应用于电子器件中。^[4]目前研究者们常采用调节 Sr/Ba 比，掺杂元素等方法来达到改善性能的目的。然而，其根本还是通过改变材料的微结构来调控材料性能。图 3 是**场发射扫描电镜 SEM5000 测试的钛酸锶钡烧结晶体的背散射电子像**，低倍下可用于表征材料的成分均匀度，同时高倍下的背散射电子像也具有一定的形貌衬度。



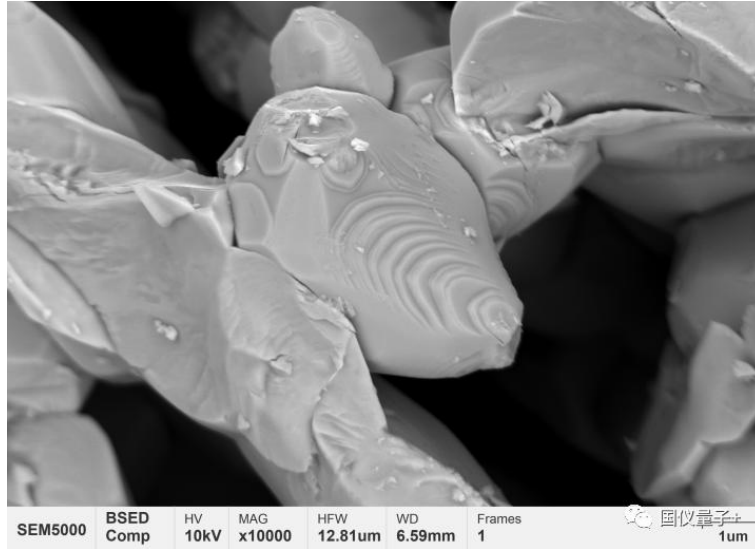


图 3 钛酸锶钡烧结晶体的微观形貌

陶瓷材料、金属材料、高分子材料是当今社会应用最广泛的三大材料。随着科学技术与社会经济不断发展，未来一定会对陶瓷材料的性能提出更多苛刻的要求，使用扫描电镜对陶瓷材料的微观结构进行表征，将助力陶瓷材料制备技术提升，朝着更高的性能发展。

国仪量子场发射扫描电镜 SEM5000

SEM5000 是一款分辨率高、功能丰富的场发射扫描电子显微镜，有着先进的镜筒设计，镜筒内减速、低像差无漏磁物镜设计，实现了低电压高分辨率成像，同时可适用于磁性样品。SEM5000 具有光学导航、完善的自动功能、精心设计的人机交互，优化的操作和使用流程。无论操作者是否具有丰富经验，都可以快速上手，完成高分辨率拍摄任务。

