

武汉理工大学材料学院复试试题的详细答案

1.目前用于材料合成与制备的新的方法有许多，请举例其中的 1 种并加以说明？

答：

(1) 等离子体化学气相沉积法 (PCVD)

PCVD 是借助等离子体内的高能电子与反应气体原子、分子发生非弹性碰撞使之离解或电离，从而产生大量的沉积组元，如原子、离子或活性基团并输送到基体表面上沉积成膜的。非平衡等离子体激活代替传统的加热激活是 PCVD 的主要优点，可使基体的沉积温度变较低。由于其沉积温度低，沉积速率快，绕镀性好，设备操作维护简单而广泛用于沉积各种薄膜和超硬膜。此法得到的膜纯度高，致密，形成的结晶定向好，电子工业中广泛用于高纯材料和晶体材料的制备。所涉及的化学反应有：热解反应、氧化还原反应、复合还原反应等。

(2) 溶胶-凝胶法 (sol-gel)

溶胶-凝胶法是指有机或无机化合物经过溶液-溶胶-凝胶而固化。经过热处理而制得氧化物或其它化合物固体的方法。由于溶胶凝胶过程中有着纯度高，均匀性强，处理温度低，反应条件易控制等优点而广泛应用于特殊光学玻璃，特殊薄膜，超细粉，复合材料，光学纤维，生物材料等领域。

其主要特点有：

- 1.可低温合成氧化物，使得制造无法高温加热的制品成为可能；
- 2.提高材料的均匀性，多成分系溶液是分子级、原子级的混合；
- 3.可提高生产效率。

其可制得的材料主要有：块状材料，纤维材料，涂层和薄膜材料，超细粉末材料及复合材料。

所涉及的反应有：1.溶剂化；2.水解反应；3.缩聚反应。

2.选择两种测试方法，并简述其内容？

答：

(1) XPS (X 射线光电子能谱分析)

电子能谱是近几十年发展起来的一种研究物质表面性质和状态的新兴物理方法，这里的表面指固体最外层的 1-10 个原子的表面层，一般为 1 到几个 nm。

光电子能谱是用 X 射线作激发源，轰出样品中元素的内层电子，并直接测量二次电子的能量，这能量表现为元素内层电子的结合能 E_b ， E_b 随元素而不同，且有较高的分辨力，可以得到从价电子到 K 壳层的各级电子电离能，有助于了解离子的几何构型和轨道成键特性。

其测量原理公式由光电效应得来： $h\nu = E_b + E_k + \dots$

应用 XPS 可进行：1 化学分析：包括元素的成分分析和定量分析 2 固体表面相研究 3 化合物结构的测定 可用来进行水泥熟料中硅酸钙的水化表面分析分析能谱中 O1s 峰的宽窄变化和峰移动的方向可以判断水化反应的进行与否对其表面 ESCA 测定的 Ca/Si 比值可以分析水化过程及其产物

(2) 透射电子显微分析

透射电镜是用聚焦电子束作为照明源，均匀照射到试样的某一待观察微小区域上，由于使用对电子束透明的薄膜试样，故绝大部分电子穿透试样，其强度分布与所观察试样区的形貌、组织、结构一一对应。经过转换可以在荧光屏上显示出与试样形貌、组织、结构相应的图象。其电子图象的衬度来源于质量衬度，衍射衬度和相位衬度。透射电子显微镜是一种高分辨率（分辨率可达 0.1nm），高放大倍数（80 万倍）的显微镜。很适合观察和分析材料的形貌、结构、晶体中的位错、层错、空位团等晶体缺陷。透射电镜法要求试样厚度

仅为 100-200nm，甚至几十 nm 的，对电子束“透明”的试样。试样大致有三种：超细粉末颗粒，用一定方法减薄的材料薄膜，用复型方法将材料表面形貌复制下来的复型膜。

3.材料科学与工程的概念是什么？其四大要素是什么？其 3 大特点是什么？

答：

材料科学与工程就是研究有关材料组成，结构，制备工艺流程与材料性能用途关系的知识及应用。其四个要素为：组成与结构，合成与生产过程，性能，使用效能。

材料科学与工程的特点：

- 1 多学科交叉材料科学与工程与物理学，化学，冶金学，金属学，陶瓷学，计算数学等多学科交叉和结合的特点。
- 2 具有鲜明的工程性材料科学是面向实际，为经济建设服务的，是一门应用科学。实验室里的研究成果必须通过工程研究开发以确定合理的工艺流程，最后批量生产出符合要求的工程材料。
- 3 处于发展中的学科材料科学没有象力学，电学那样完整的学科体系，是一门处于不断发展之中的学科。
- 4.结合自己所学的专业，叙述本专业的 2 个热点问题？

答：

（1）燃料电池

近二、三十年来，由于一次能源的匮乏和环境保护的突出，要求开发利用新的清洁能源。（燃料电池由于具有能量转化率高，对环境污染小等优点受到世界各国的普遍重视）燃料电池是一种将所提供燃料的化学能直接变换为电能的高效能量转换装置；是既水力，火力，核力后的第四类发电技术。

其特点有：

- 1.由于化学能直接转化为电能，与普通发电方式相比，避免了能量形式的变化不受卡诺循环限制，能量转化效率高。
- 2.环保。废气如 SO_x , NO_x , CO_2 等的排放量极低。此外，由于电池中无运动部件，工作时非常安静。
- 3.电池的本身的负荷反应性能好，可靠性高。

（2）碳纳米管

是一种具有特殊结构的一维量子材料（径向尺寸为纳米级，轴向尺寸为微米级）。它主要由六边形排列的碳原子构成数层到数十层的同轴圆管，层与层之间保持固定的距离。

作为一维纳米材料，重量轻，六边形结构连接完美，具有许多异常的力学，电学性能：

- 1 力学性能 其密度只有钢的 1/6，结构与高分子材料相似，但抗拉强度极大，弹性模量达 1TPa，用其增强的塑料力学性能优良且抗疲劳，抗蠕变，形变小，滑动性能好。
- 2 电学性能 利用其结构中空的特点，可作为制造某些纳米尺度金属导线的模具。有些管径的碳纳米管是性能优于石墨材料的良好导体，另一些管径可能是半导体。
- 3 导热性能 其拥有非常大的长径比，因而其沿长度方向的热交换性能很高，垂直方向热交换性能较低，故其可制成高各向异性热传导材料。