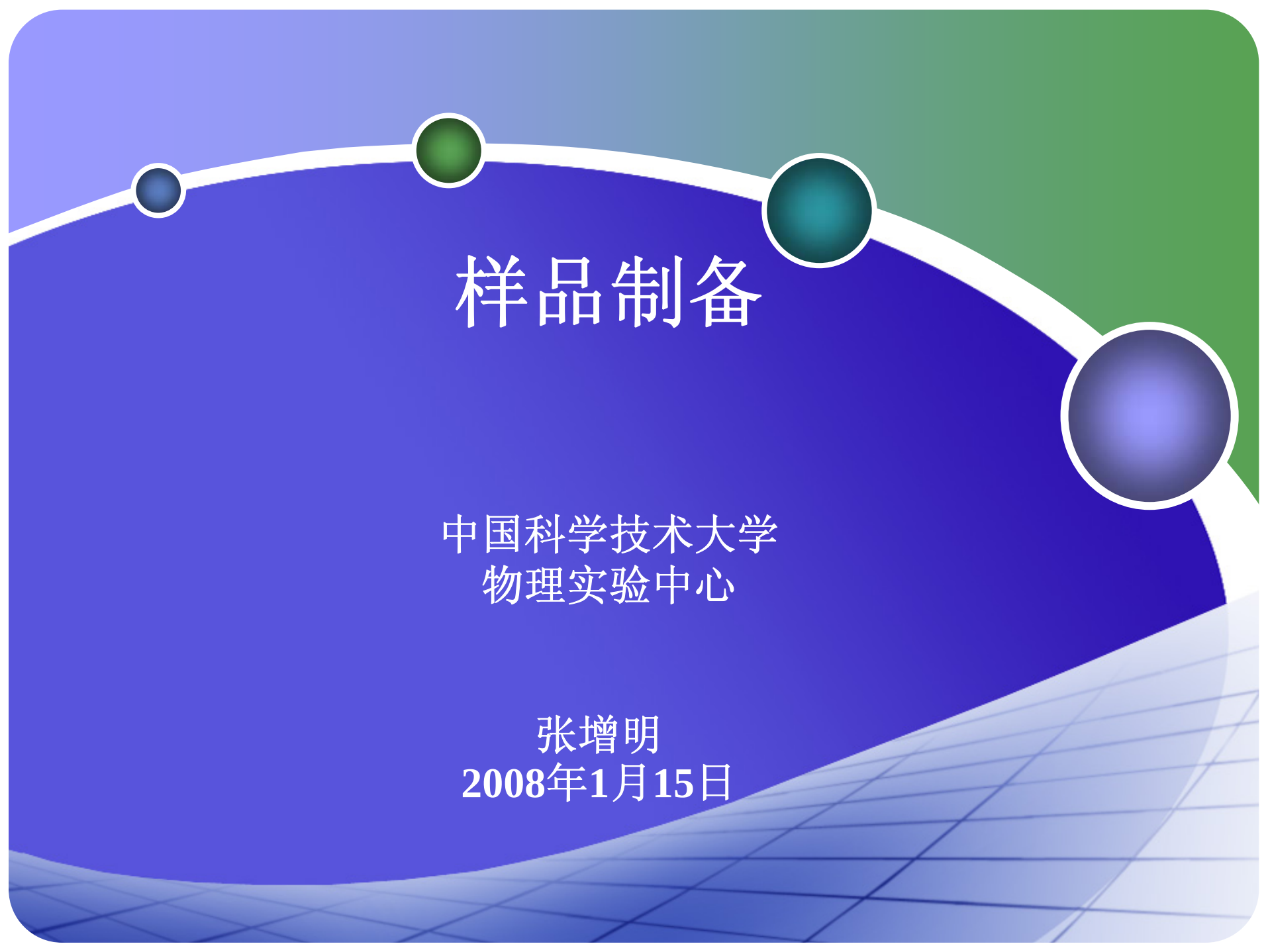




样品制备

中国科学技术大学
物理实验中心

张增明
2008年1月15日



❖ 样品制备

- 方法
- 原理

❖ 样品分析

- 方法
- 原理

❖ 样例

研究型实验
(四级)

凝聚态物理研究型实验平台

光学研究型实验平台

核物理研究型实验平台

凝聚态物理研究性实验平台

样品制备

样品表征

表征分析

溶胶凝胶

液相化学

STM

膜厚测量

表面形貌

电阻测量

拉曼光谱

德拜劳厄相

SEM+OM

吸收光谱

荧光光谱

X光荧光光谱

变温霍尔效应



样品制备

- ❖ 气相法
- ❖ 液相法
- ❖ 固相法



❖ 气相法

- 气体中蒸发法
 - 电阻加热法
 - 高频感应加热法
 - 等离子体加热法
 - 电子束加热法
 - 激光加热法
 - 化学气相反应法
 - 化学气相凝聚法
 - 溅射法
-

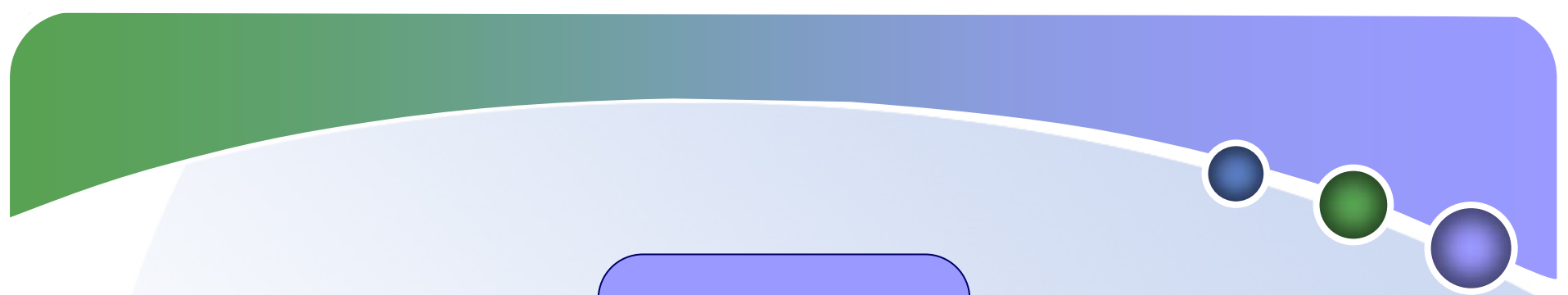
❖ 液相法

- 沉淀法
 - 共沉淀法
 - 均相沉淀法
- 水解法
 - 无机盐水解法
 - 金属醇盐水解法
- 喷雾法
 - 喷雾干燥法
 - 雾化水解法
- 溶剂热法
 - 水热法
 - 有机溶剂热法
- 蒸发溶剂热解法
- 氧还原法
- 乳液法
- 辐射化学合成法
- 溶胶-凝胶法



❖ 固相法

- 热分解法
 - 固相反应法
 - 火花放电法
 - 溶出法
 - 球磨法
-



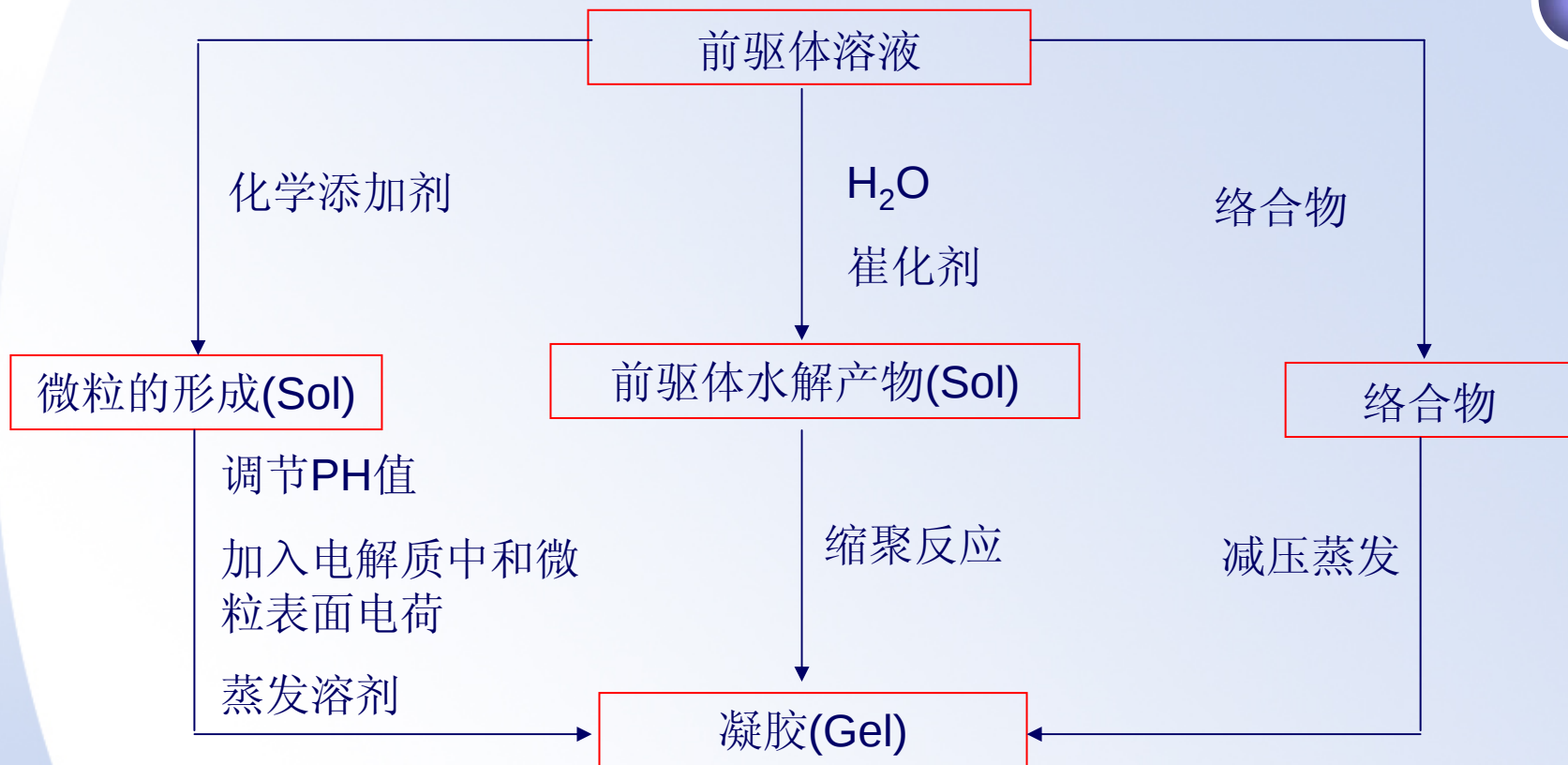
实验

溶胶-凝胶
Sol-gel

共沉淀
Co-precipitation

溶剂热
Solvothermal

溶胶-凝胶工艺 (Sol-Gel Process)

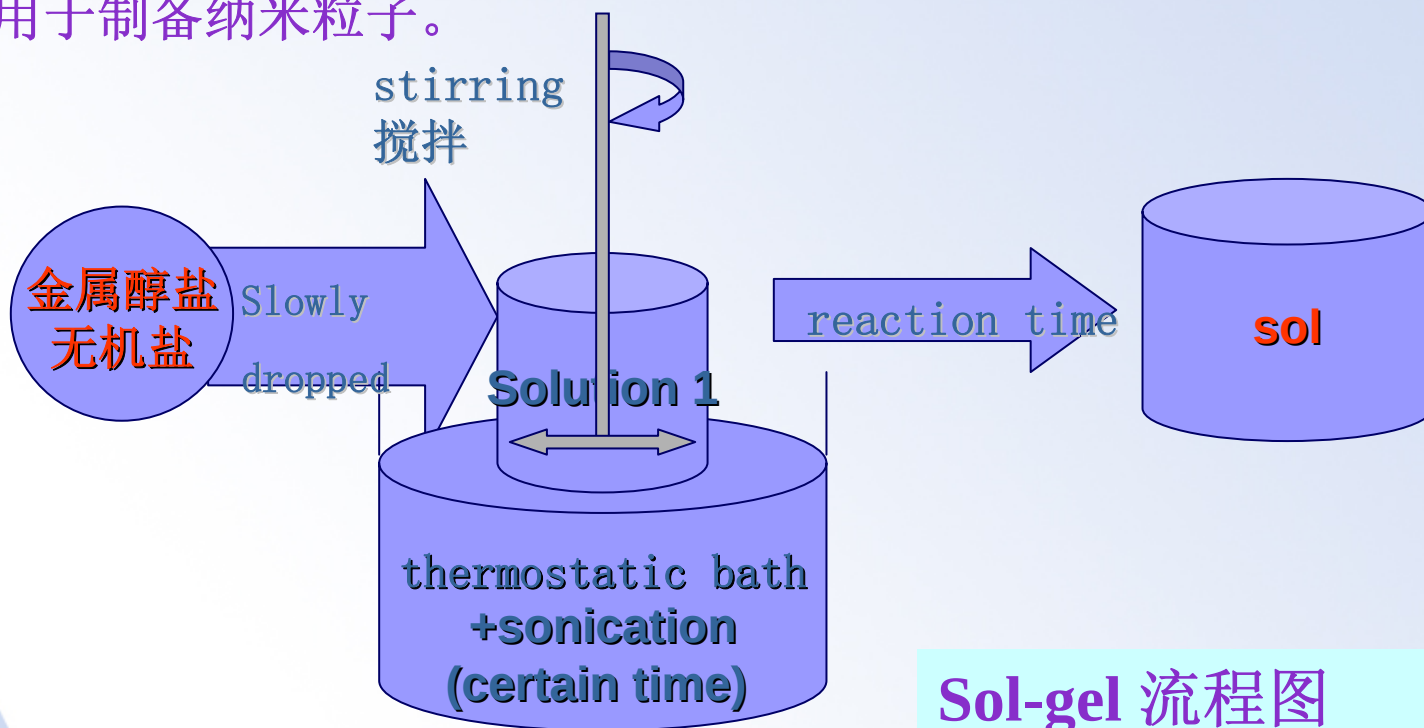


溶胶-凝胶法

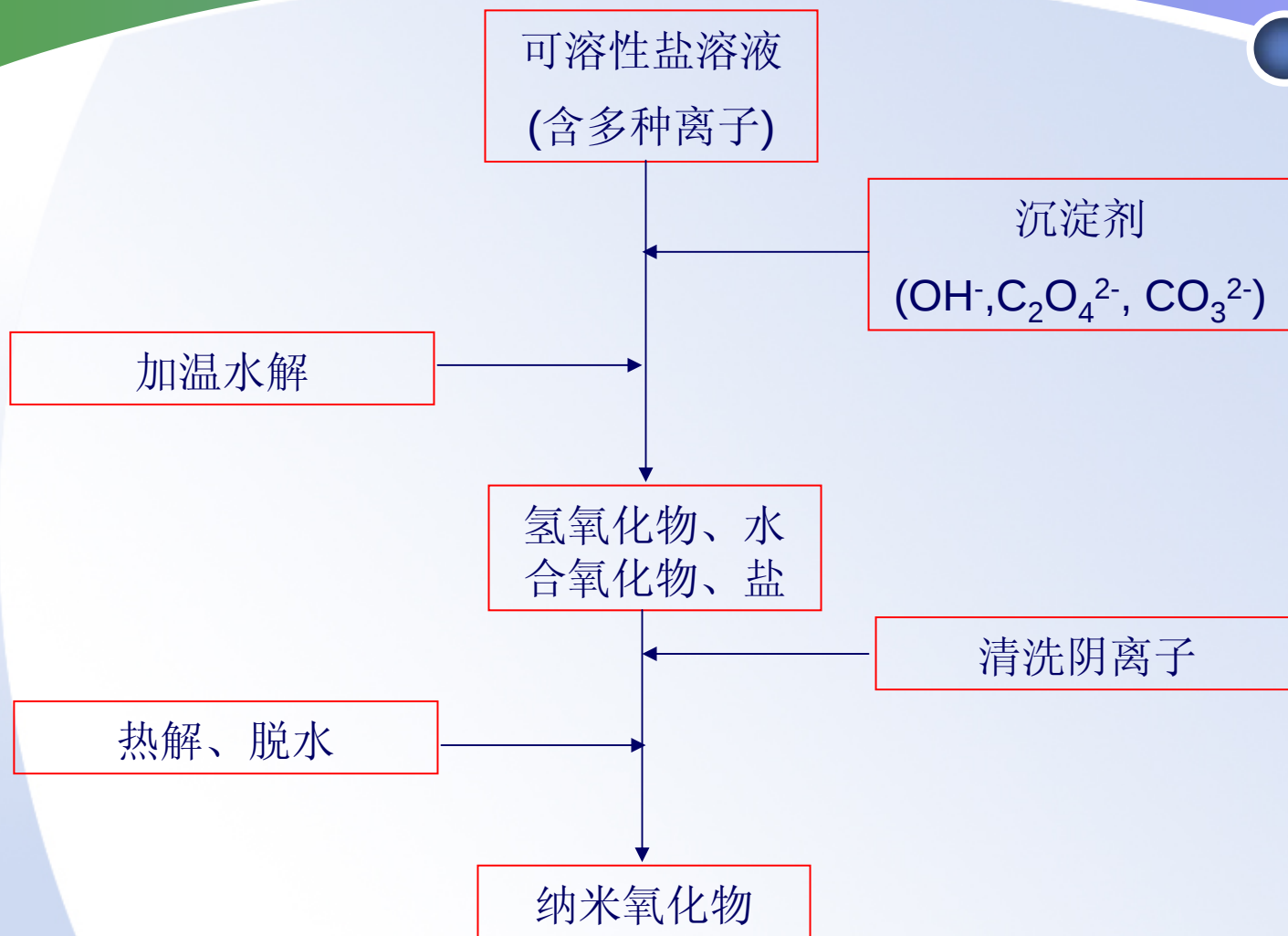
Sol-gel: 作为低温或温和条件下合成无机化合物或无材料的重要方法。

应用:

制备玻璃、陶瓷、薄膜、纤维、复合材料等方面获得重要应用，更广泛用于制备纳米粒子。



沉淀法:

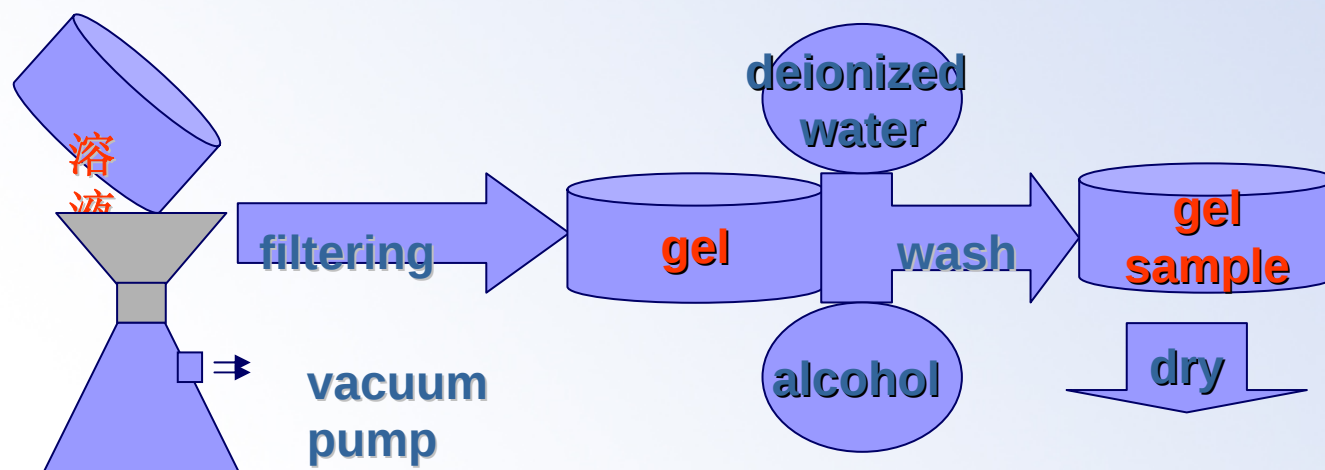


共沉淀法

Co-precipitation: 在含有多种阳离子的溶液中加入沉淀剂，使金属离子完全沉淀的方法称为共沉淀法。

应用：

制备含有两种或两种以上金属元素的复合氧化物超细粉体的重要方法。



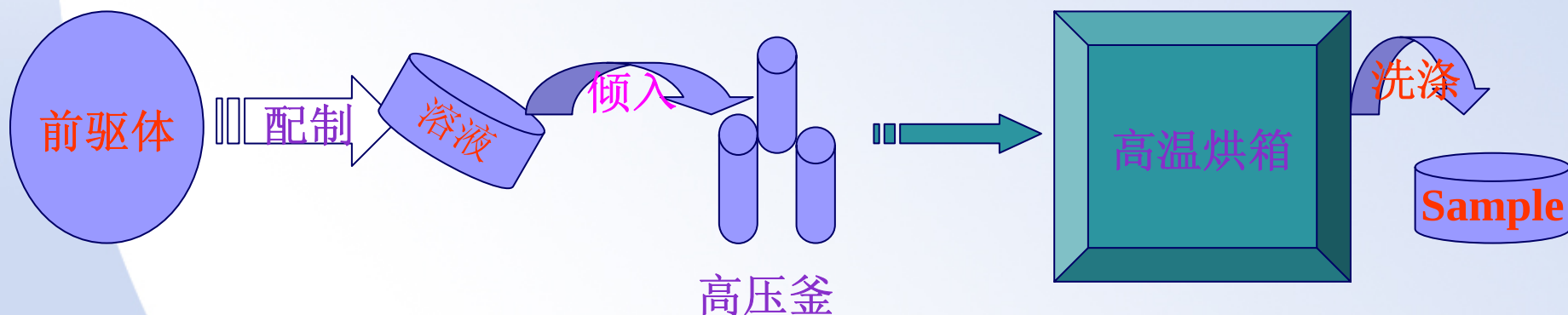
Co-precipitation 流程图

溶剂热法

Solvothermal: 溶剂热是指在一定温度(100-1000°C)和压强(1-100MPa)条件下利用溶液中物质化学反应所进行的合成反应。

应用:

目前的溶剂热反应多用于二六族化合物的合成, 在制备不同形貌材料方面有独特优势。如: 一维链状、二维层状化合物; 纳米线、纳米棒、纳米花、纳米环等。



样品的分析方法

- ❖ STM (形貌)
- ❖ SEM (形貌)
- ❖ OM (形貌)
- ❖ XRD (结构)
- ❖ 荧光光谱
- ❖ 吸收光谱
- ❖ 拉曼光谱
- ❖ 穆谱
- ❖ 电学测量 (电阻)
- ❖ 光学测量 (折、反射率, 厚度等)

样品制备实验安全

一：安全守则

- ❖ 一切易燃、易挥发物品不得在敞口容器中加热，离火源较远的地方进行。
- ❖ 有毒、有刺激性气体的操作都要在通风橱中进行。当需要借助于嗅觉判别少量的气体时，绝不能用鼻子直接对着瓶口或试管口嗅闻气体，而应当用手轻轻煽动少量气体进行嗅闻。
- ❖ 在使用具有强腐蚀性的浓酸、浓碱、洗液时，应避免接触皮肤和溅在衣服上，更注意保护眼睛，操作过程中要带手套。
- ❖ 绝对禁止在实验室内饮食、抽烟。有毒的药品（铬盐、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞及汞的化合物、氰化物等）严格纺织进出口内或接触伤口。剩余的药品或废液不许倒入下水道，应回收集中处理。
- ❖ 水、电、气使用使用完毕应立即关闭。
- ❖ 每次实验结束后，应将手洗干净后才离开实验室。

二、意外事故的紧急处理

❖ 1、割伤

- ❖ 取出伤口中的玻璃或固体物，用蒸馏水洗后涂上红药水，用绷带扎住或敷上创可贴药膏。大伤口则应先按紧主血管以防止大量出血，急送医院治疗。

❖ 2、烫伤

- ❖ 轻轻涂以玉树油或鞣酸油膏，重伤涂以烫伤油膏后送医院。

❖ 3、试剂灼伤

- ❖ 酸：立即用大量水洗，再以3 % - 5 % 的碳酸氢钠溶液洗，最后用水洗。严重时要消毒，拭干后涂烫伤油膏。
- ❖ 碱：立即用大量水洗，再以1 % - 5 % 硼酸液洗，最后用水洗。严重时同上处理。
- ❖ 溴：立即用大量水洗，再以酒精擦至无溴液存在为止，然后涂上甘油或烫伤油膏。
- ❖ 钠：可见的小块用镊子移去，其余与碱灼伤处理相同。

❖ 4、试剂或异物溅入眼内

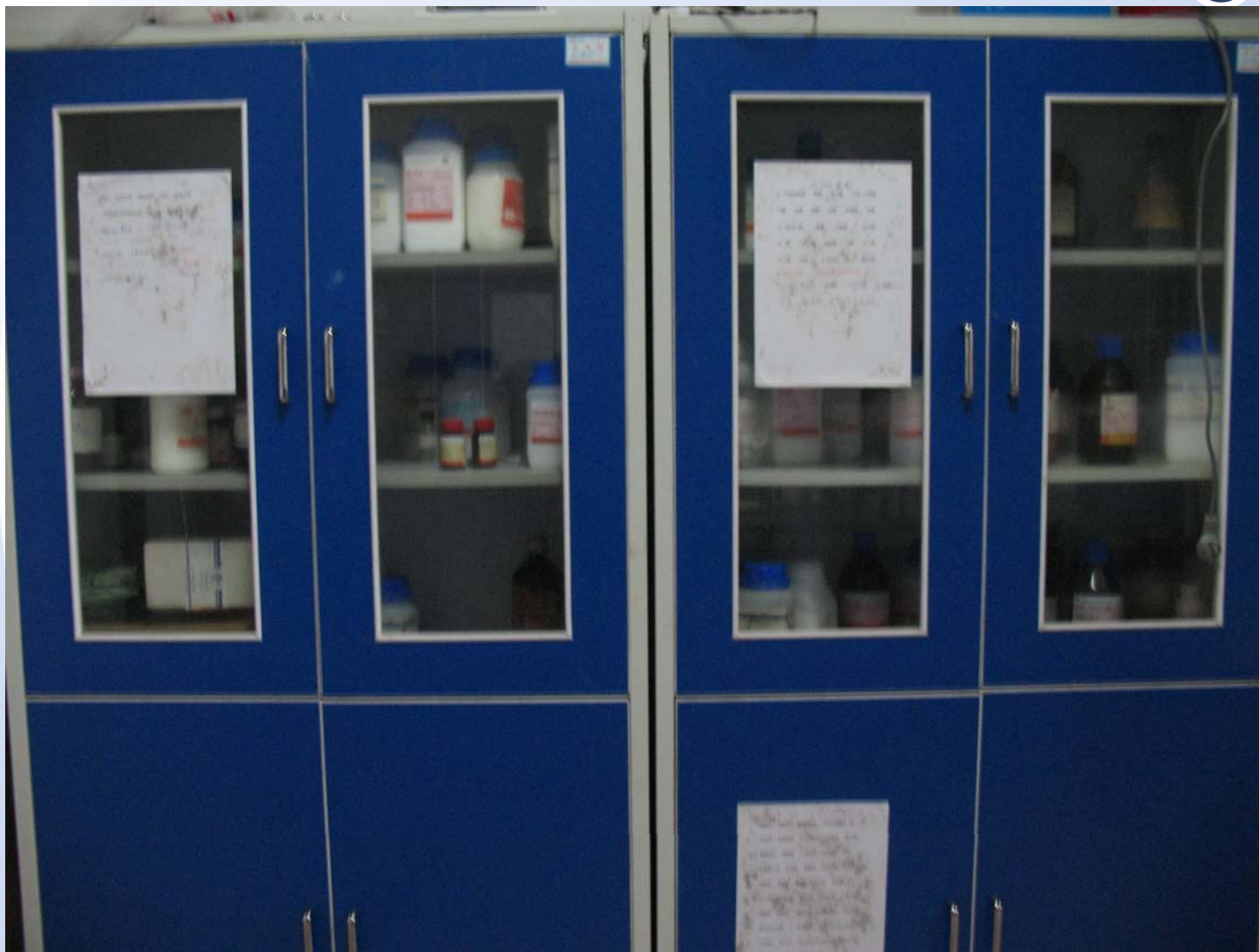
- ❖ 任何情况下都要先洗涤，急救后送医院。
- ❖ 酸：用大量水洗，再以1 % 的碳酸氢钠溶液洗。
- ❖ 碱：用大量水洗，再以1 % 硼酸液洗。
- ❖ 溴：用大量水洗，再以1 % 的碳酸氢钠溶液洗。
- ❖ 玻璃：用镊子移去碎玻璃，或在盆中用水洗，切勿用手揉动。

❖ 5、中毒

- ❖ 溅入口中尚未咽下者应立即吐出，再用大量的水清洗口腔，如已吞下者，应根据毒物的性质给以解毒剂，可内服一杯含有5 ~ 10cm³稀硫酸铜溶液的温水，再用手指伸入咽喉部促使呕吐，并立即送医院。
- ❖ 不慎触电时，立即切断电源，必要时进行人工呼吸，找医生抢救。
- ❖ 起火：要立即切断电源，并采取适当的措施防止火势扩展。



实验台
通风厨



样品柜

小心拿取
用完归位



高压釜

搅拌器和恒温水浴锅



甩膜机

烘胶机





离心沉淀机

超声清洗器

循环水真空泵



机械泵





真空干燥箱

普通干燥箱





水热高温烘箱

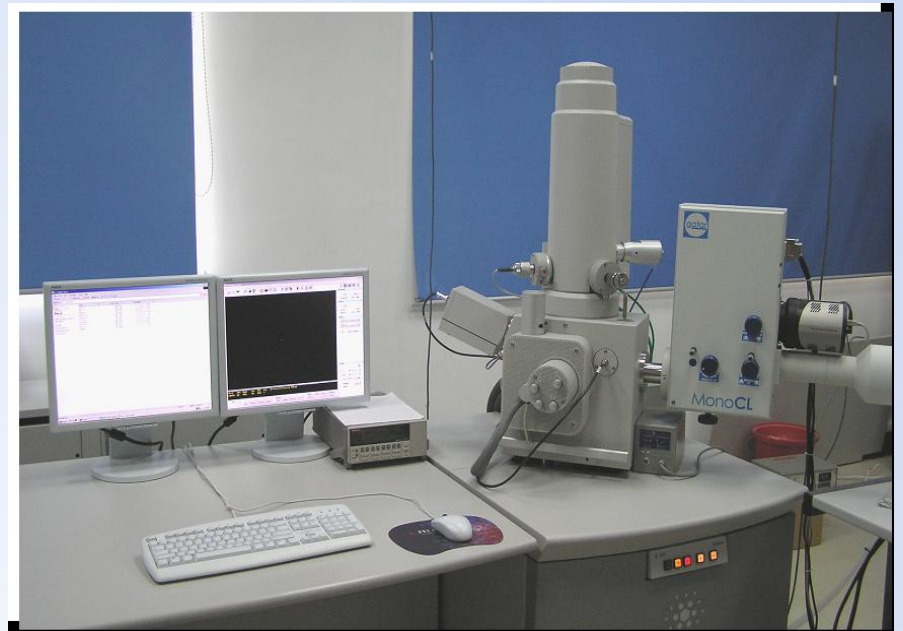


温控高温炉

测试仪器



X-ray diffractometer (XRD)



Scanning electron microscopy (SEM)

测试仪器

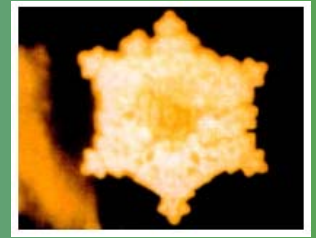


DTG-60H、DSC-60 thermal analysis system

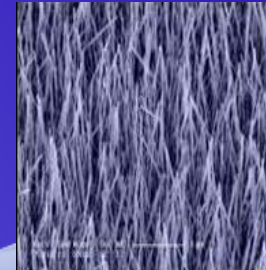
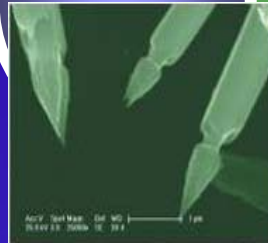


M850 fluorospectrophotometer

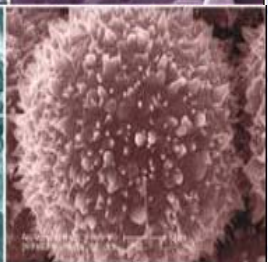
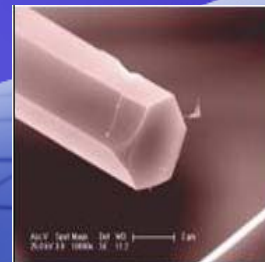
溶胶—凝胶实验举例



Mg 和碱金属元素 (Li, Na) 共
掺杂 ZnO 薄膜性质的研究



杨韶月 (PB05203062)
武玥 (PB05203053)



实验原料

乙酸锌 $\text{Zn}(\text{Ac})_2$
氯化钠 NaCl
氯化镁 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
氯化锂 $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$
甲醇
二乙醇胺
 $\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$

仪器和设备

电子天平
磁力搅拌加热器
超声清洗仪
甩膜机
机械泵
烘胶机
管式炉
温控仪

实验流程

流程图

$\text{Zn}(\text{Ac})_2$

40ml 甲醇

1. Na/Mg 0.1:0.06
2. Li/Mg 0.1:0.06
3. Na/Mg 0.1:0.1
4. Li/Mg 0.1:0.1

等摩尔的二乙醇胺
各种浓度的掺杂盐

0.5mol/L的醇溶液

混合液体

60℃磁力搅拌1h

盖玻片为衬底

将适量胶体滴在衬底上

3000r/min 旋转30s

甩膜、烤胶机300℃烘烤2min

重复5次 最后一次烘烤15min

丙酮超声清洗45 min

乙醇超声清洗45 min

离子水冲洗 烘干备用

薄膜初产品

450℃以上
高温退火

成品ZnO薄膜

制膜工艺

01

溶胶的浓度

溶胶浓度不能过大，否则很难克服胶体的粘滞阻力在盖玻片上均匀地镀膜，所得的膜可能较厚并且不均匀。

02

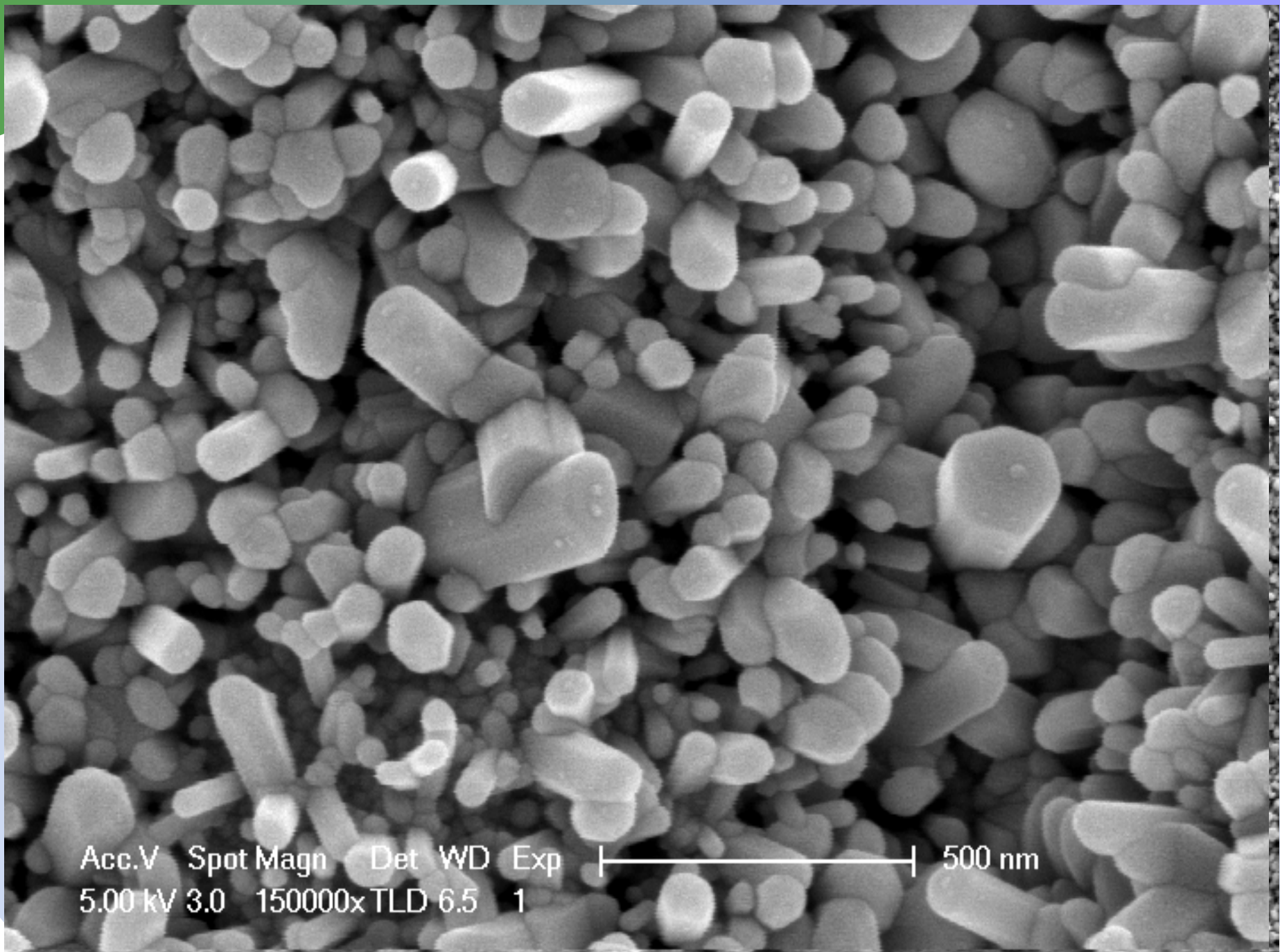
通入氧气

为了使有机物退火过程中不残留碳（这样会致使膜变黑），退火过程中应通入氧气或足量空气。

03

煅烧温度足够高

450度以上是碳充分烧尽的理想温度。但升温不能过高，因为盖玻片衬底承受温度有限，一般在五百度以下。

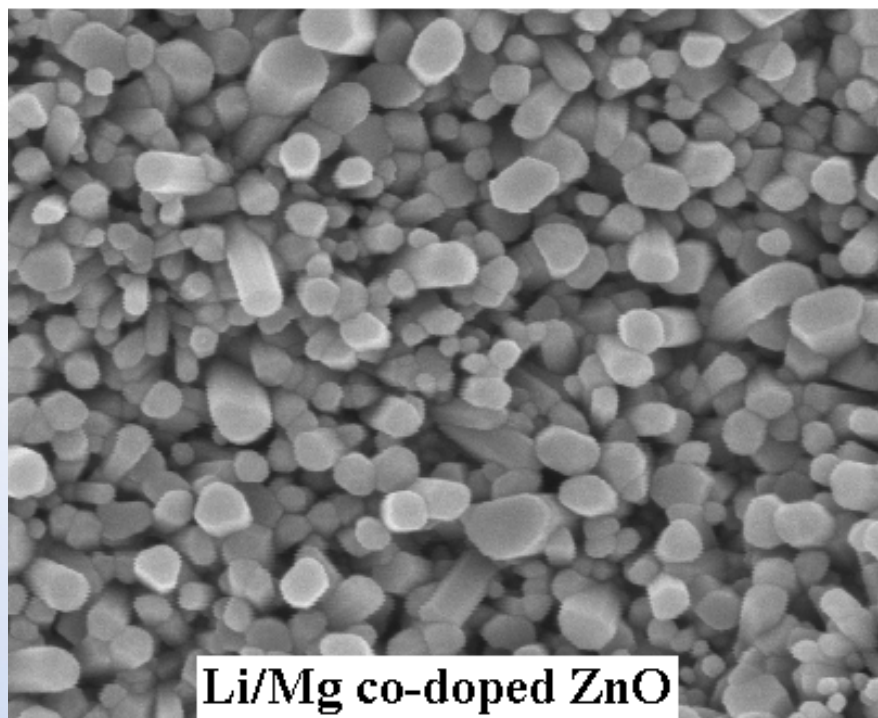


Acc.V Spot Magn Det WD Exp
5.00 kV 3.0 150000x TLD 6.5 1

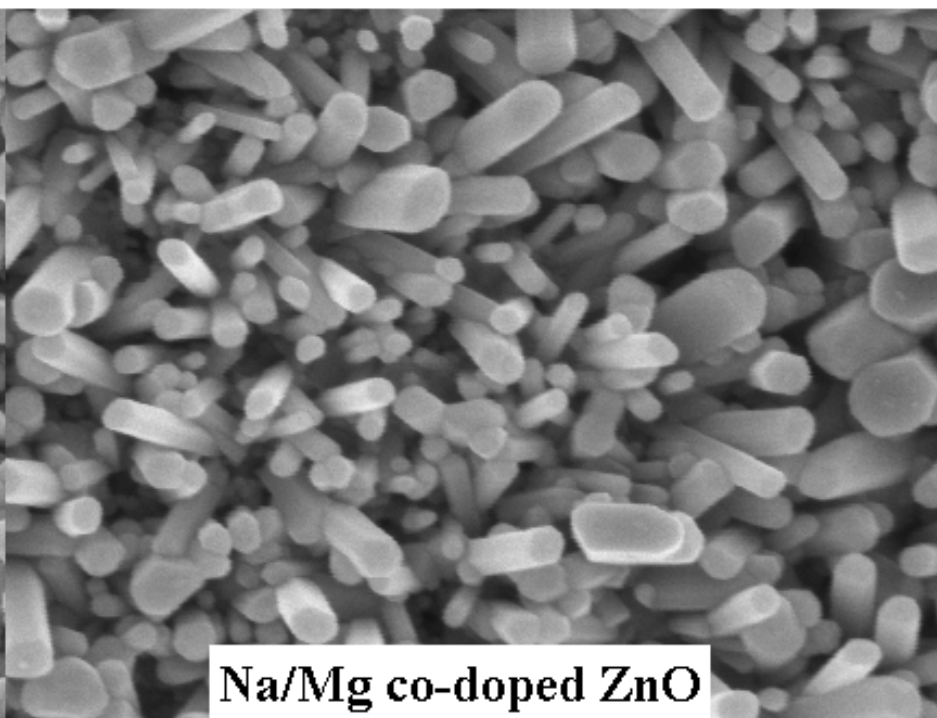


500 nm

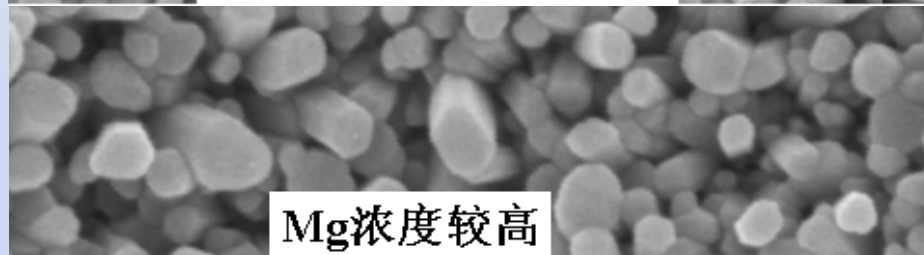
掺杂对比



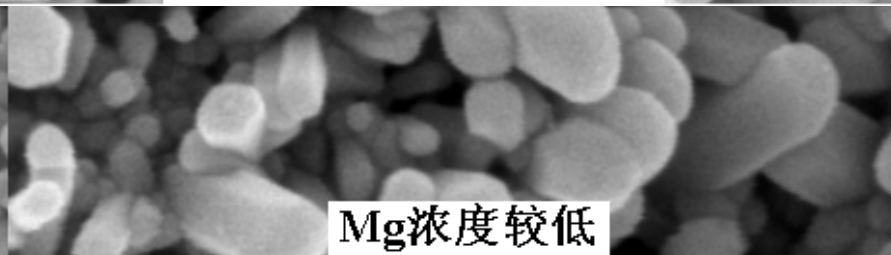
Li/Mg co-doped ZnO



Na/Mg co-doped ZnO



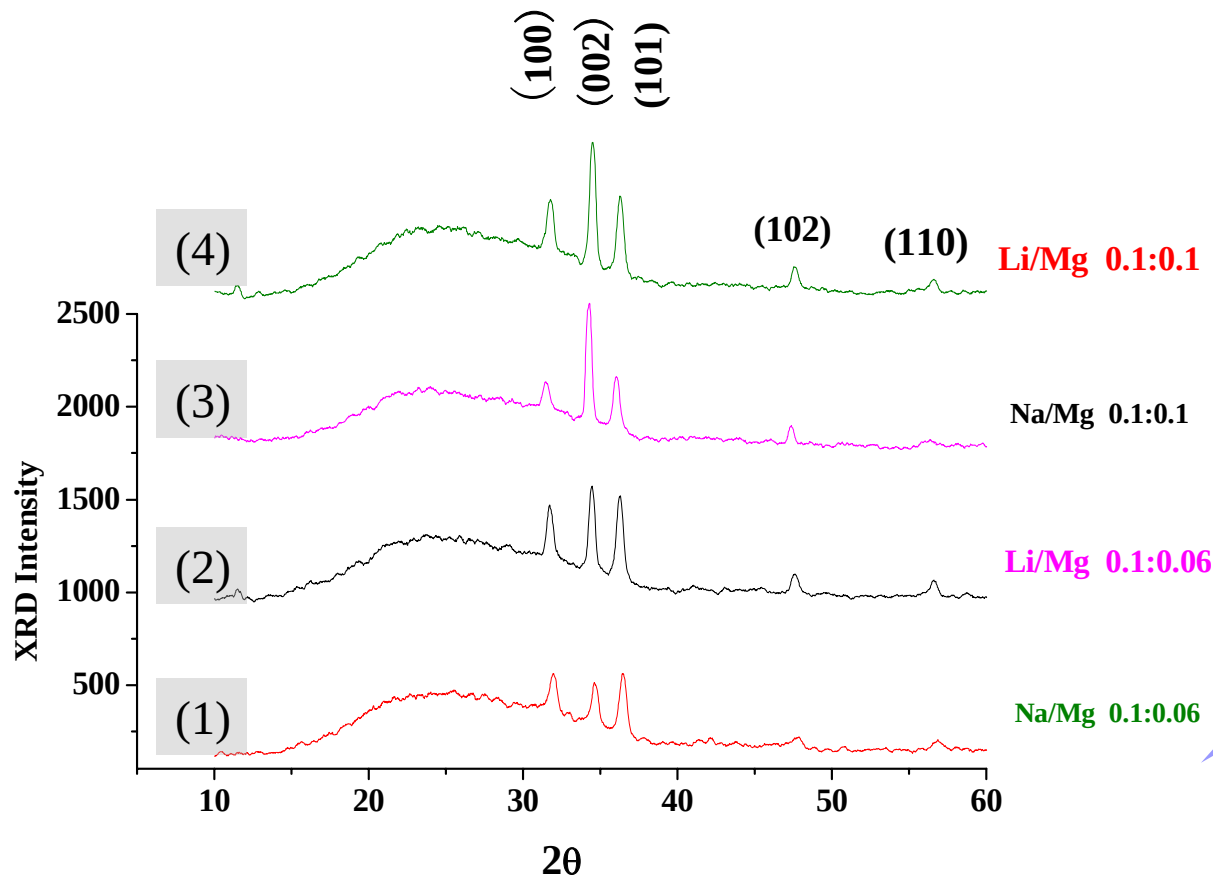
Mg浓度较高



Mg浓度较低

XRD分析

Fig5. XRD image of Na/Mg and Li/Mg co-doped ZnO thin films



1. Mg浓度越大，ZnO的c轴取向性越好。
 2. Li掺入更能加强主峰，Na掺入更能削弱侧峰。
- 总之，碱金属元素与镁共掺对ZnO的PL谱都有影响

掺金属离子氧化锆的 制备及其发光机制 探究

方敏怡

王璐

Introduction

- ❖ ZrO_2 具有良好的力、热、光、电性质，在陶瓷增韧、催化剂及载体、耐磨材料等方面都有着广泛的应用。
- ❖ ZrO_2 具有高的折射率、良好的光学透明性和化学稳定性，掺进有荧光特性的金属元素后成为可以被广泛应用的荧光材料。



用不同的方法制备掺杂不同金属离子的氧化锆纳米晶，通过观察其中金属离子掺入氧化锆晶格的位置的差异，联系样品的激发光谱，分析各个因素对氧化锆纳米晶发光情况的影响。

共沉淀法制备 $\text{ZrO}_2\text{:Eu}$ ($\text{Eu}\%=10\%$)

第一步

- 称量氧化铈**0.1408g**、氧氯化锆**2.3198g**、量取**0.15 mol/L**硝酸**16ml**、水**184ml**加入**250ml**的圆底烧瓶中在室温下剧烈搅拌使充分溶解。

第二步

- 向该溶液中滴加氨水，直至**PH**值为**9~10**左右，继续搅拌**1~2**小时，得到乳白色沉淀。

第三步

- 沉淀抽滤、洗涤（用水、醇分别洗三次）。将湿沉淀放入培养皿中。

第四步

- 将沉淀于干燥箱**80°C**干燥**24**小时，再于管式炉中**1200°C**退火**3**小时后研细即得到 $\text{ZrO}_2\text{:Eu}$ 的粉末。

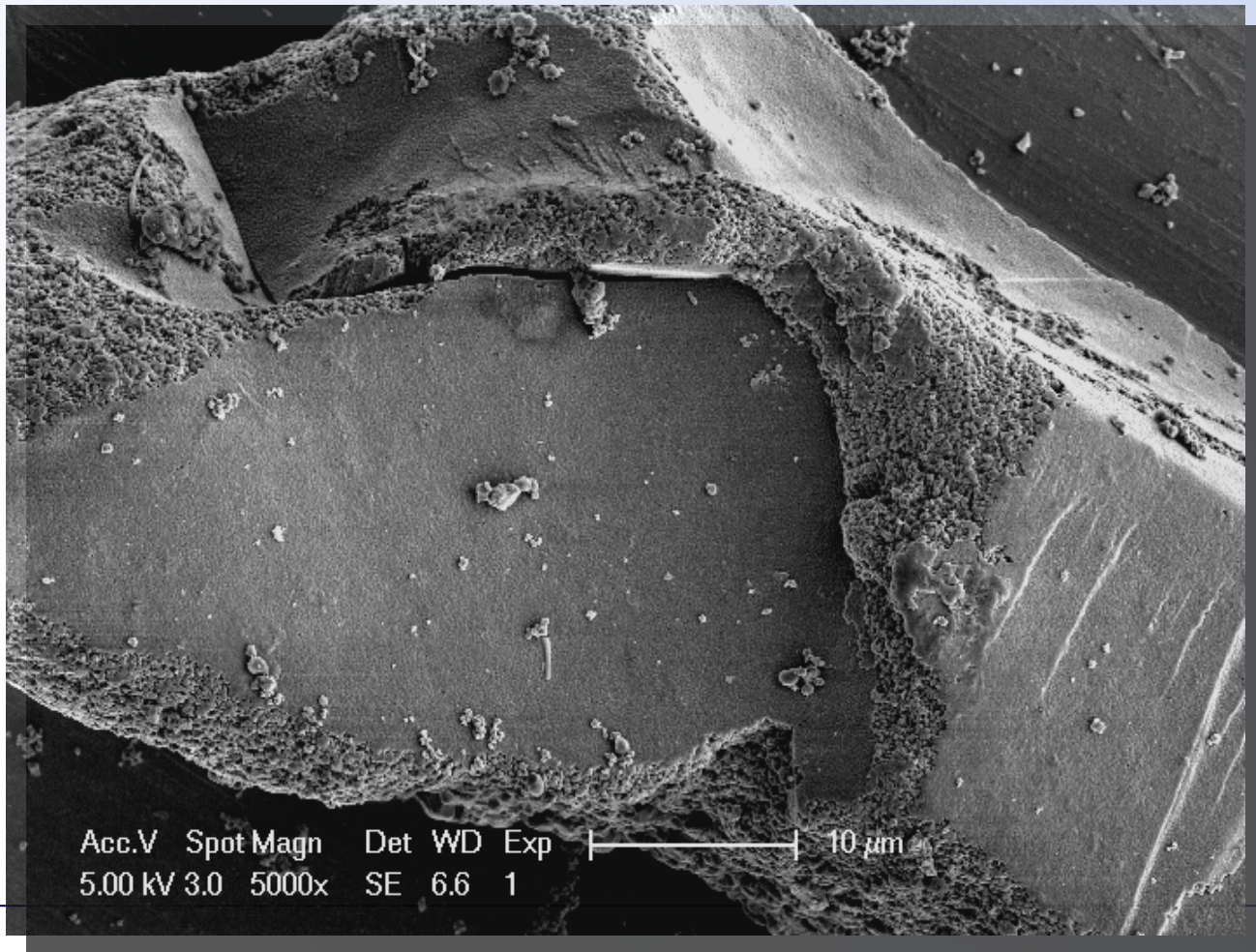
DATA

	氧氯化锆 用量 (g)	金属盐 (氧化物) 用量 (g)	pH 值	陈化 时间 (h)	沉淀 性状	干燥 温度 (℃)	干燥 时间 (h)	干粉 性状	退火 温度 (℃)	退火 时间 (h)	研磨 后
Eu^{3+}	2.3198	0.1408	9	1.5	白	80	20	白	1200	3	白
Al^{3+}	2.3198	0.1503	9	1.5	白	80	20	白	1200	3	白
Ce^{3+}	2.3198	0.3474	9	1.5	黄	80	20	黄	1200	3	灰
Mg^{2+}	2.3198	0.2055	9	1.5	白	80	20	白	1200	3	白

保证变量单一。

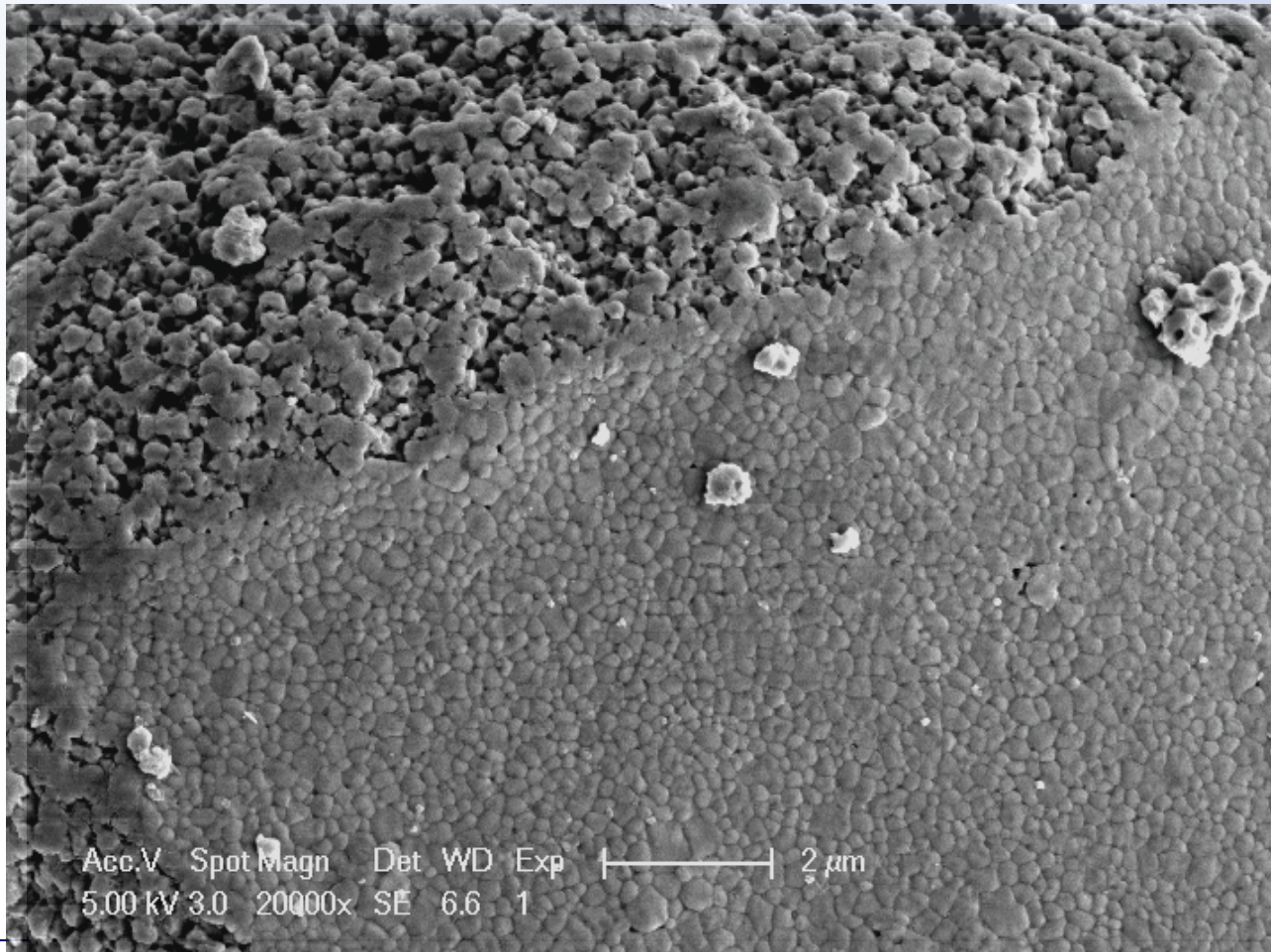
SEM

$ZrO_2:Eu^{3+}$ 共沉淀法



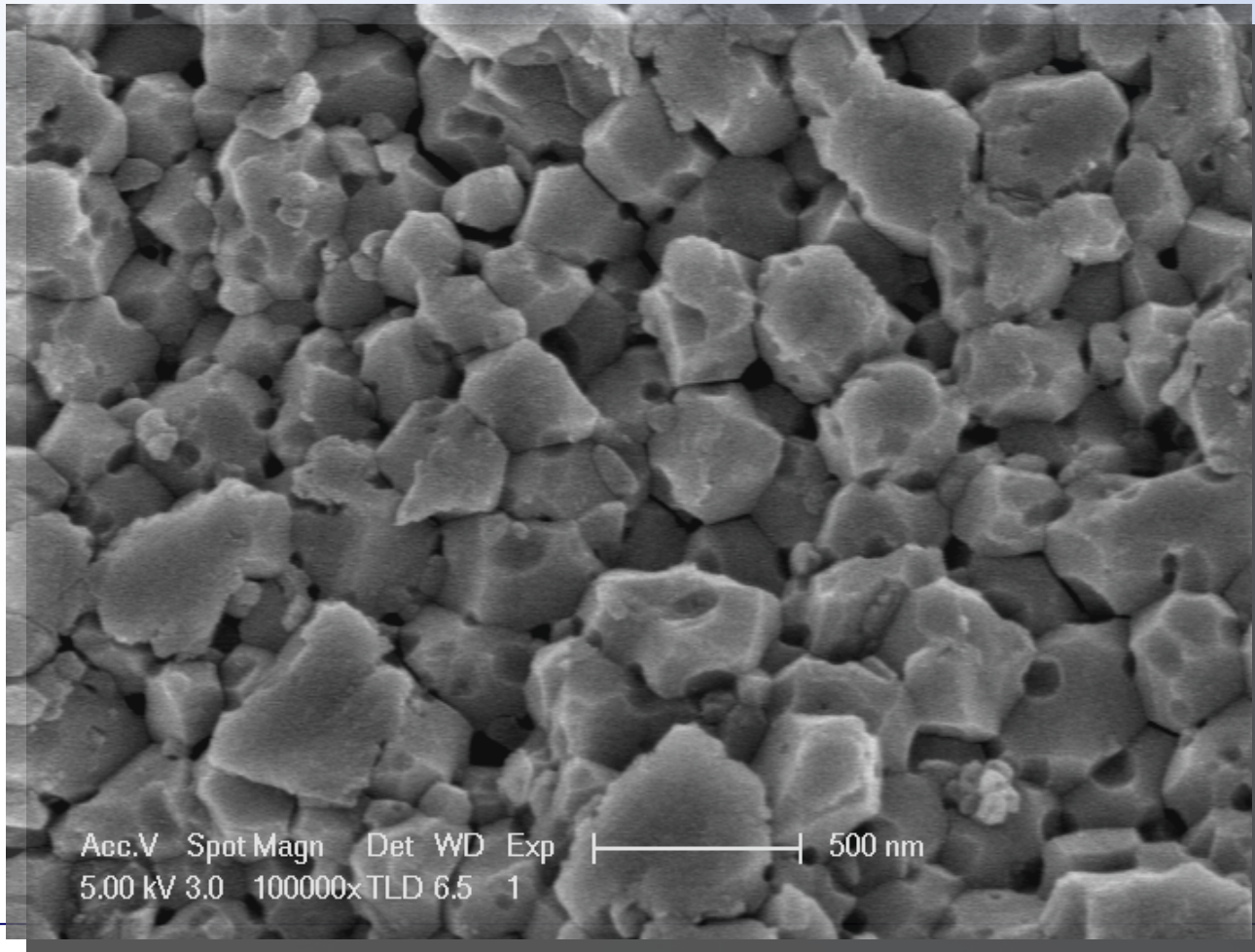
SEM

$ZrO_2:Eu^{3+}$ 共沉淀法

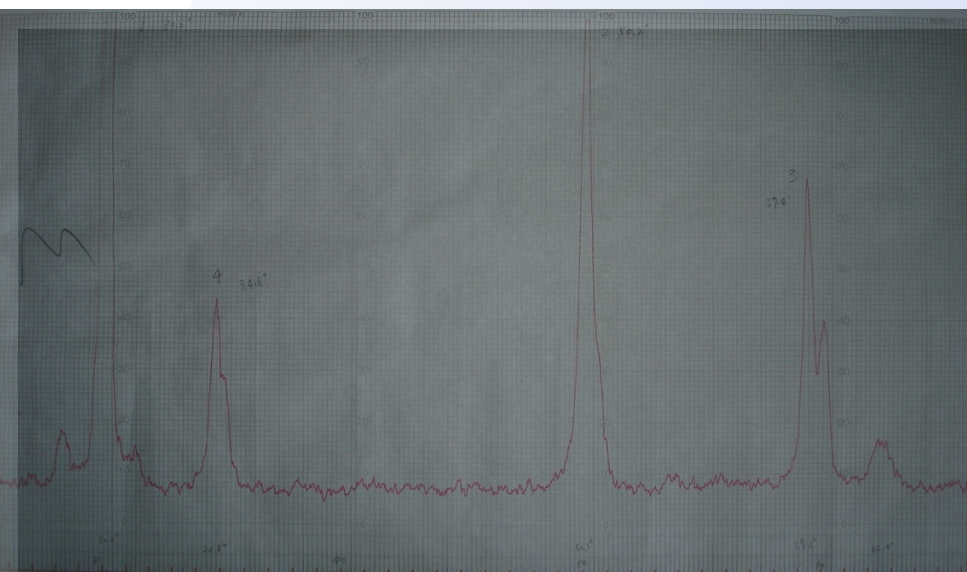


SEM

$ZrO_2 : Eu^{3+}$ 共沉淀法

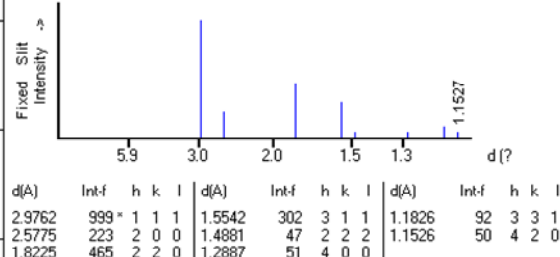


XRD



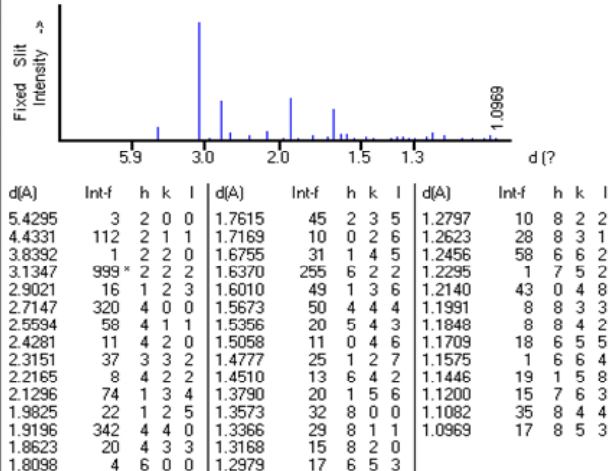
78-1303 Quality: C
 CAS Number:
 Molecular Weight: 133.77
 Volume[CD]: 136.99
 Dx: 6.486 Dm:
 Sys: Cubic
 Lattice: Face-centered
 S.G.: Fm3m (225)
 Cell Parameters:
 a 5.155 b c
 α β γ
 I/I_{cor}: 10.74
 Rad: CuKα1
 Lambda: 1.54060
 Filter:
 d-sp: calculated
 ICSD #: 062456

Eu₂Zr₈O₁₉
 Europium Zirconium Oxide
 Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++ (1997)
 Ref: Jorgensen, C.K., Rittershaus, E., Mat-Fys. Medd. K. Dan. Vidensk. Selsk., 35, 1 (1967)



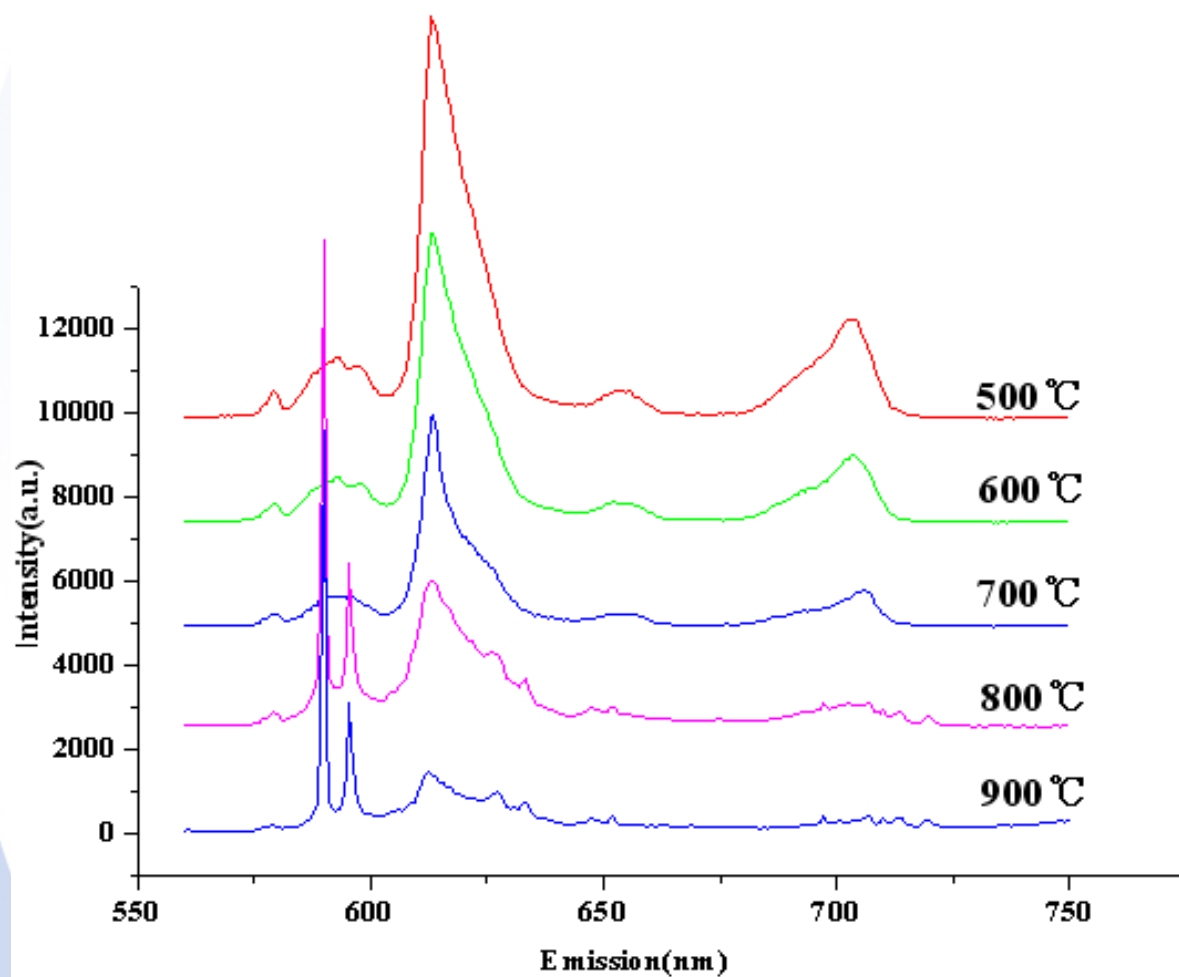
86-2476 Quality: C
 CAS Number:
 Molecular Weight: 351.92
 Volume[CD]: 1280.47
 Dx: 7.302 Dm:
 Sys: Cubic
 Lattice: Body-centered
 S.G.: Ia3 (206)
 Cell Parameters:
 a 10.85 b c
 α β γ
 I/I_{cor}: 13.26
 Rad: CuKα1
 Lambda: 1.54060
 Filter:
 d-sp: calculated
 ICSD #: 040472

Eu₂O₃
 Europium Oxide
 Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++
 Ref: Saiki, A et al., Yogyo Kyokaishi (J. Ceram. Assoc. Jpn.), 93, 649 (1985)



推测在产物中生成了
 Eu₂O₃晶体，又有少量
 Eu³⁺离子掺入了ZrO₂晶
 体中，且ZrO₂晶体主要
 呈斜方相。

荧光光谱



Eu/TiO₂=4%

Eu³⁺发光随煅烧温度的变化

水热法实验举例

利用ZnO微结构制备疏水性薄膜

马恺，张晗，李华，邓鹏，陈扬

大 纲



1. 实验构想

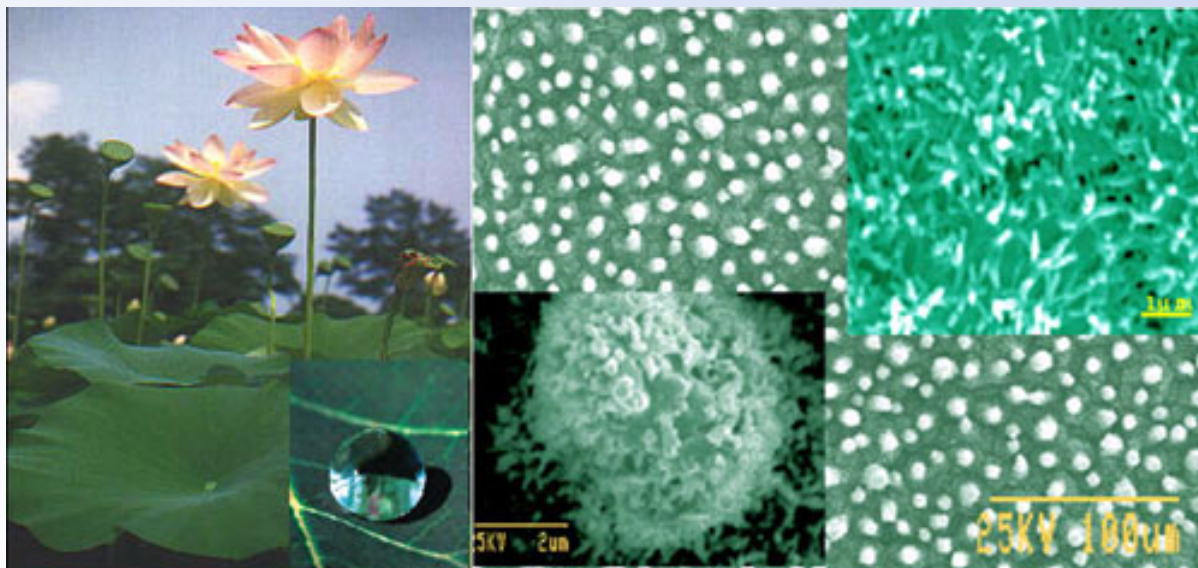
2. 实验过程

3. 结果分析

4. 实验展望

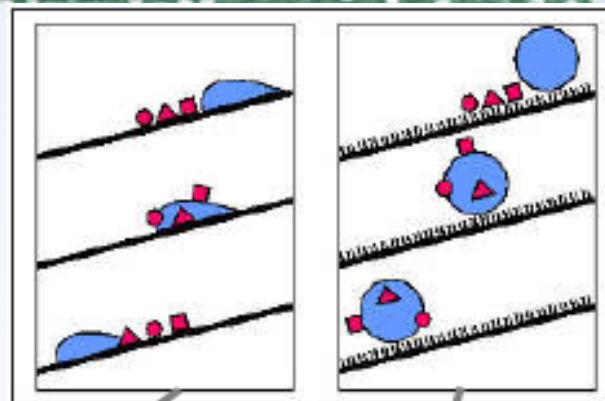
❖ 荷叶仿生结构

出淤泥而不染
濯清涟而不妖

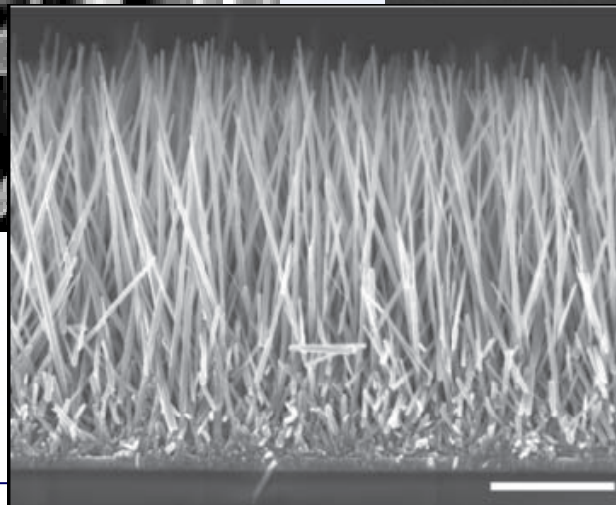
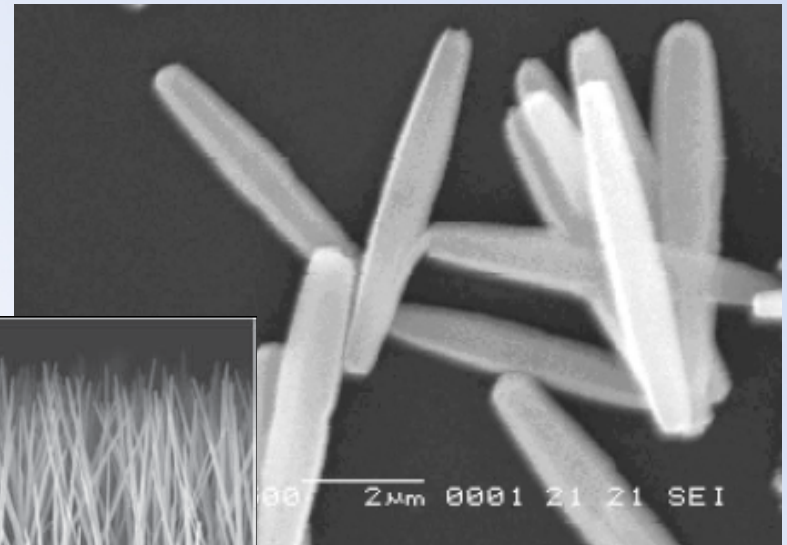
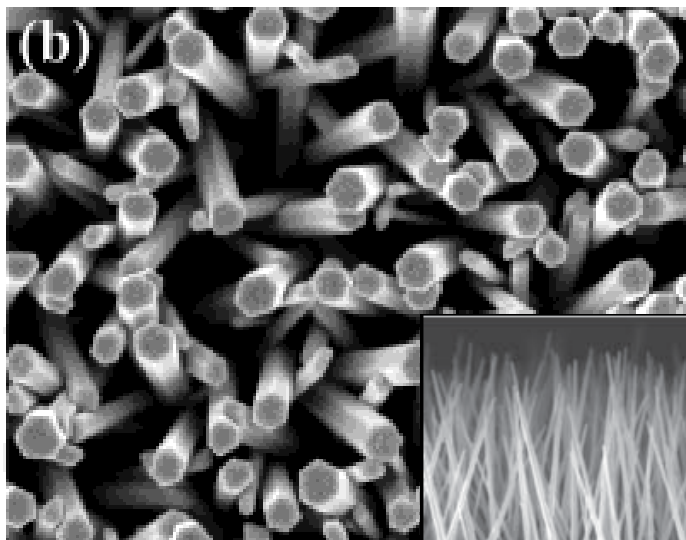


微纳复合结构！

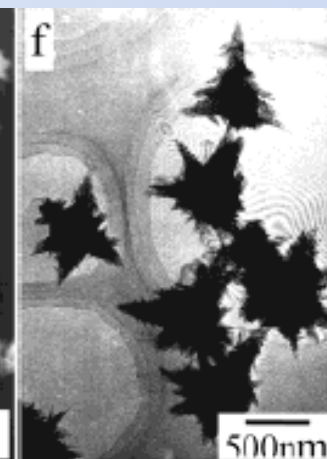
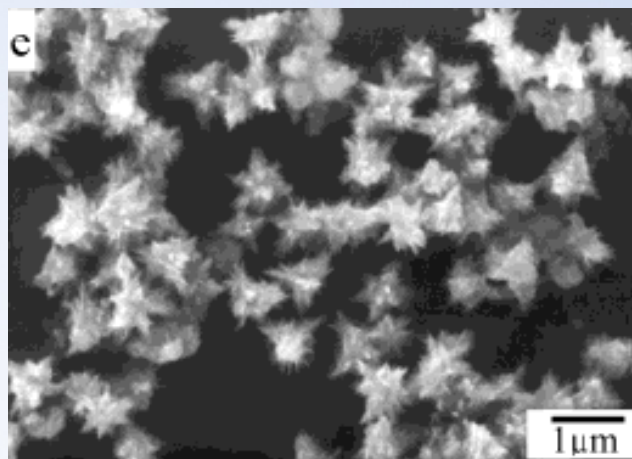
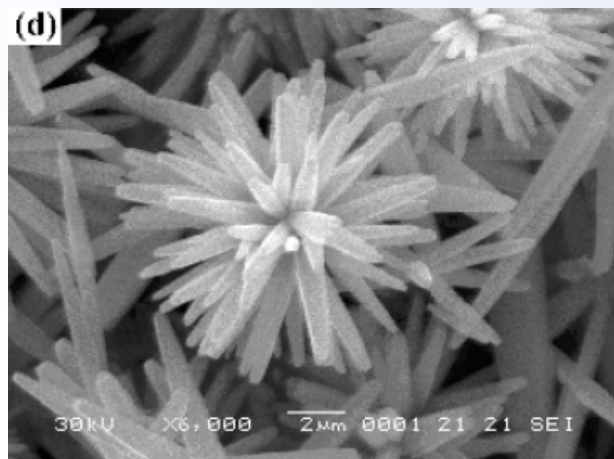
❖ 疏水性自清洁薄膜在各个领域都有很好的应用价值



- ❖ 氧化锌晶体在不同的生长条件下，可以形成多种不同的微结构，最常见的有ZnO纳米棒、纳米线、纳米管等

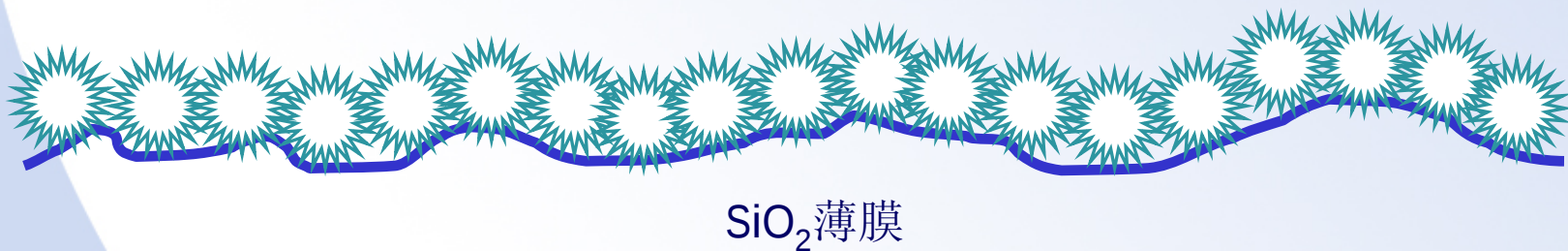


❖ 通过文献调研，我们发现可以通过控制实验条件使ZnO在结晶时生长成为花状微结构



❖ 花状结构 → 微纳复合 → 有利于疏水性

- ❖ 我们的实验构想——仿生
- ❖ 用ZnO的微结构模仿荷叶乳突的针刺状结构制备ZnO疏水性薄膜



制备过程:

❖ 1、水热法制备ZnO花状微结构

a.方法一: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4 + \text{Zn}^{2+}$ 盐

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4 + \text{Zn}^{2+}$ 盐

+ en

b.方法二: $\text{NaOH} + \text{Zn}^{2+}$ 盐

c.方法一和二结合

❖ 2、溶胶凝胶法制备多孔SiO₂膜,

磁控溅射ZnO

在其上长ZnO花状微结构的薄膜

❖ 3、低表面自由能分子修饰

——三甲基氯硅烷

表征方式:

❖ SEM

❖ XRD

❖ 接触角测量

结果分析

❖ 我们一共进行了**17**组实验

❖ 方法一、 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4 + \text{Zn}^{2+}$ 盐 + (en)

I	试剂	溶剂	衬底	时间	结果
1	ZnSO_4 :HMT	水	玻璃	20h	薄片
2	Zn(AC)_2 :HMT				棒
3	$\text{Zn(NO}_3)_2$:HMT				棒
4	Zn(AC)_2 :HMT:en	水	玻璃	6h	未知
5	ZnSO_4 :HMT:en				未知

II	试剂	溶剂	衬底	时间	结果
1	$\text{Zn(NO}_3)_2$:HMT	水	玻璃	6h	棒
2				20h	未知
3	Zn(AC)_2 :HMT:en	水	玻璃	6h	未知
4				17h	大花
5				6h	未知

结果分析

III	试剂	溶剂	衬底	时间	结果
1	$\text{Zn}(\text{AC})_2:\text{HMT}:\text{en}$	水	玻璃	17h	大花
2			玻璃 + ZnO		大花
3			玻璃 + $\text{SiO}_2 + \text{ZnO}$		大花

❖ 方法二、 $\text{NaOH} + \text{Zn}^{2+}$ 盐

IV	试剂	溶剂	衬底	时间	结果
1	$\text{Zn}(\text{AC})_2:\text{NaOH}$	乙醇	玻璃	23h	小花
2	$\text{Zn}(\text{AC})_2:\text{HMT}:\text{en}$				失败
3	$\text{Zn}(\text{AC})_2:\text{HMT}:\text{乙醇胺}$				失败

V	试剂	溶剂	衬底	时间	结果
1	$\text{Zn}(\text{AC})_2:\text{NaOH}$	乙醇	玻璃	17h	小花
2			玻璃 + ZnO		小花
3			玻璃 + $\text{SiO}_2 + \text{ZnO}$		小花

结果分析

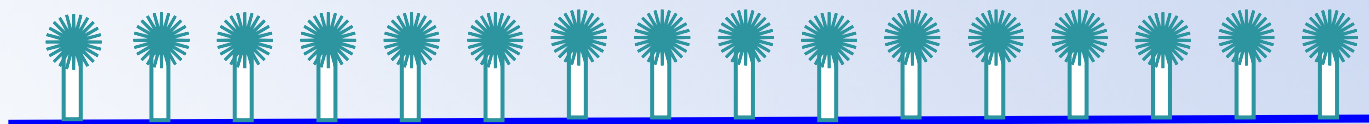
❖ 方法一和二结合

VI	试剂	溶剂	衬底	时间	结果
1	$\text{Zn(AC)}_2\text{:HMT:NaOH}$	水	玻璃	23h	什么都有

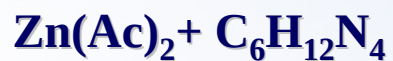
❖ 对已有结构进行组装

VII	试剂	溶剂	衬底	时间	结果
1	$\text{Zn(AC)}_2\text{:HMT}$	水	玻璃	20h	棒
1a	$\text{Zn(AC)}_2\text{:NaOH}$		1a	17h	棒上长小花
2	$\text{Zn(AC)}_2\text{:HMT:en}$	水	玻璃	20h	大花
2a	$\text{Zn(AC)}_2\text{:NaOH}$		2a	17h	大花上长小花

结果分析



1



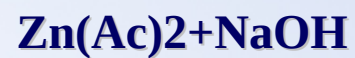
棒

棒上长小花

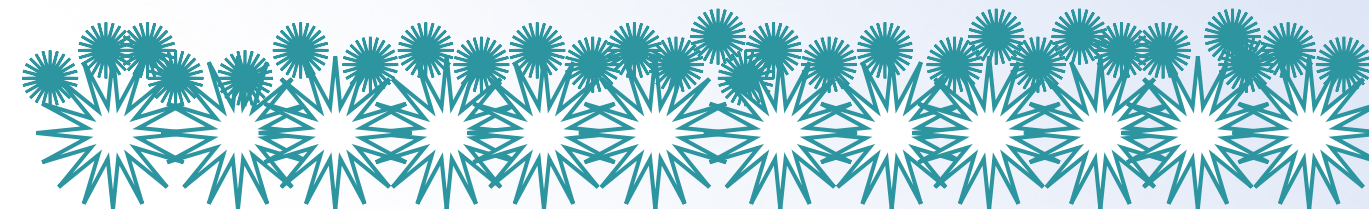
2



大花



大花上长小花



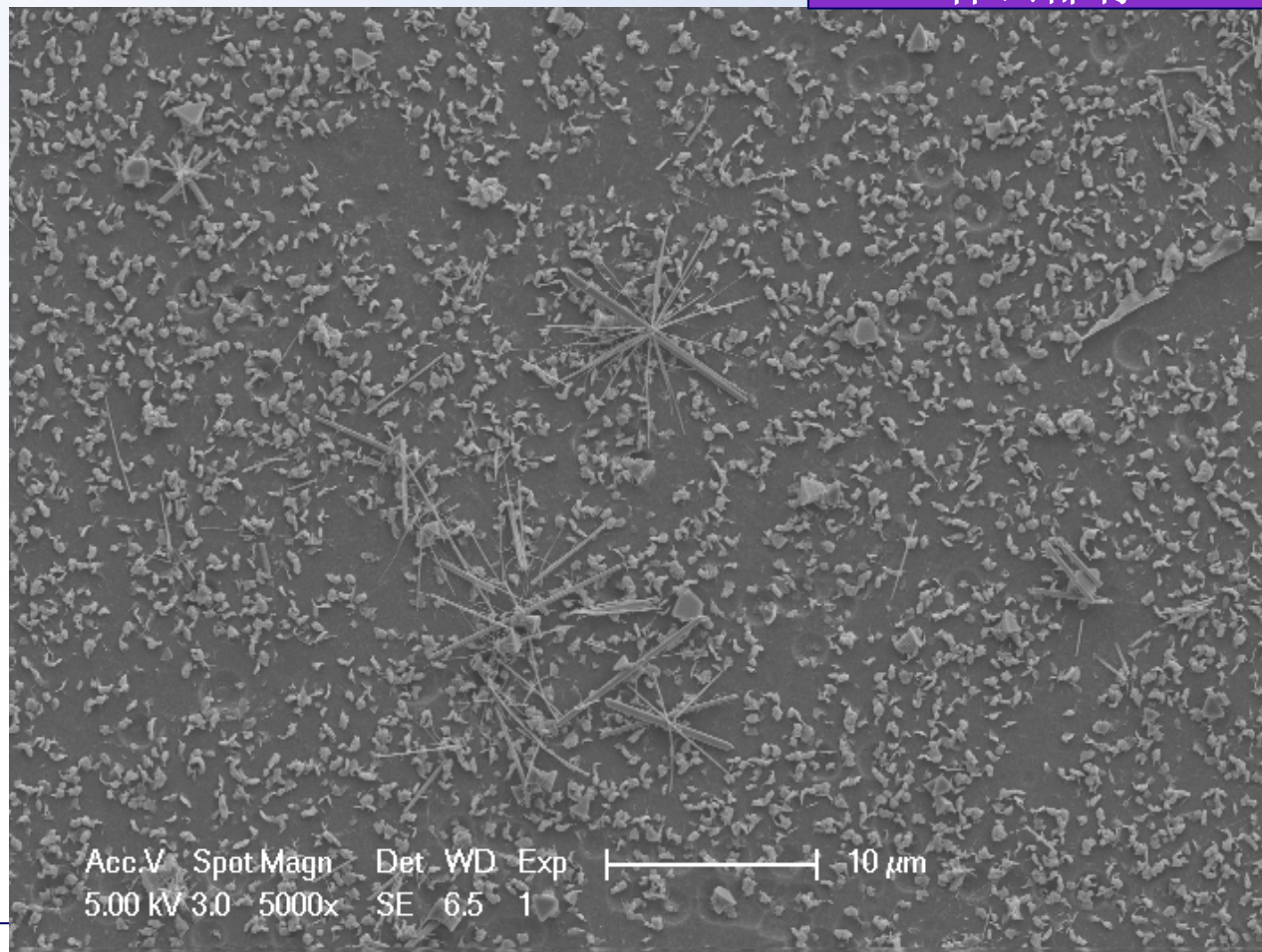
结果分析

❖ 方法一和二相结合

试剂: $\text{Zn}(\text{AC})_2$:HMT:NaOH

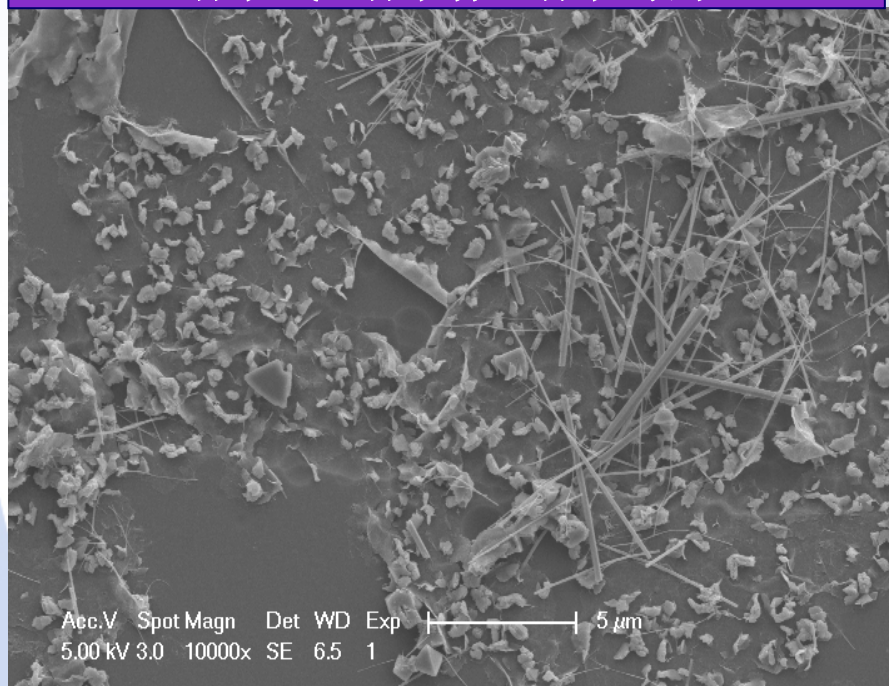
溶剂: 水 时间: 23 衬底: 玻璃

什么都有

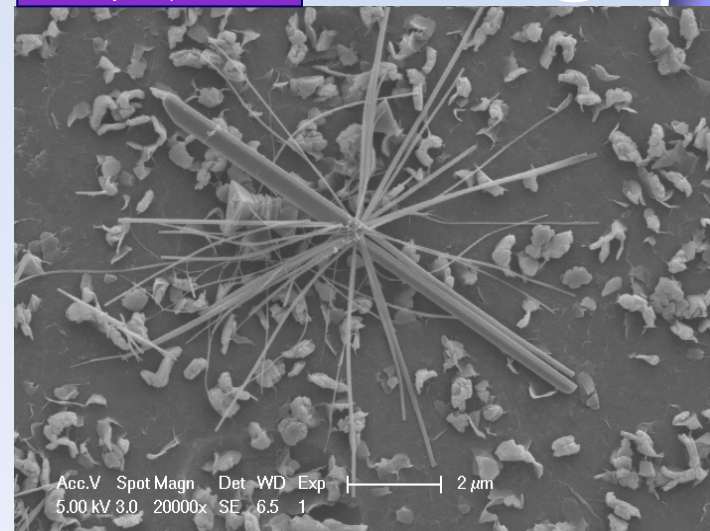


结果分析

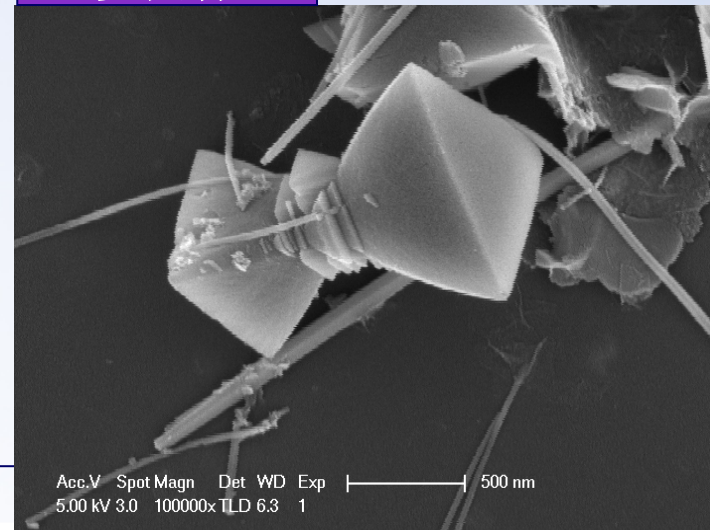
纳米线 纳米棒 纳米薄片



大花



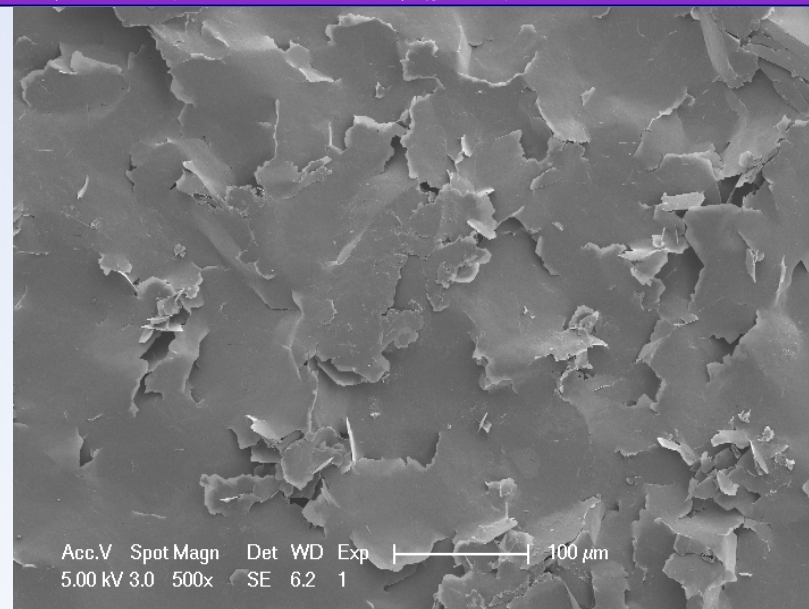
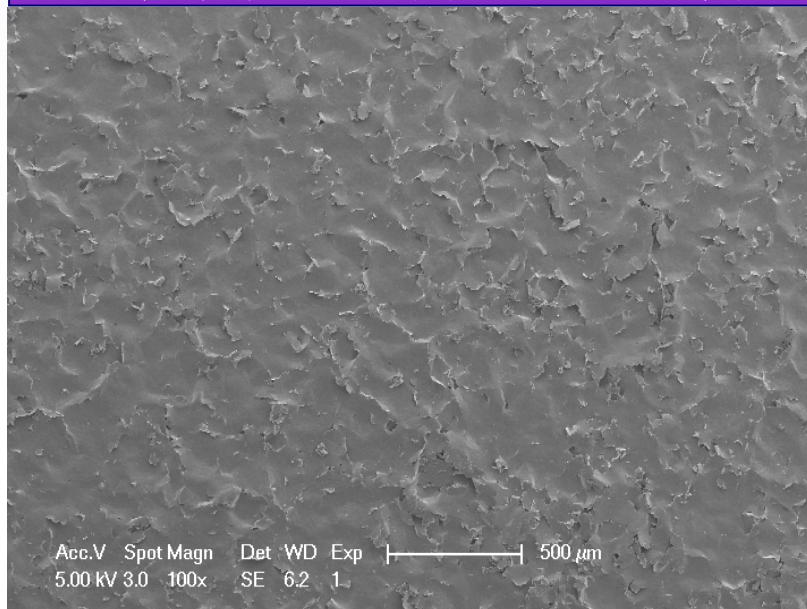
多面体



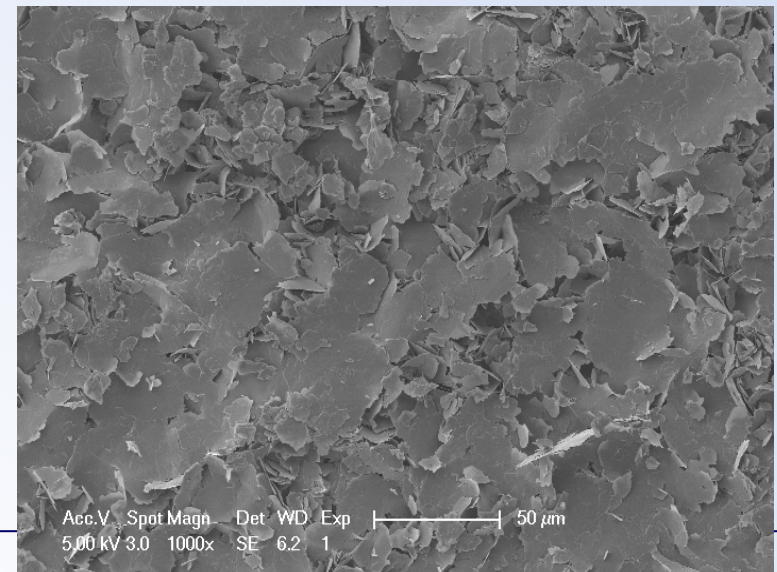
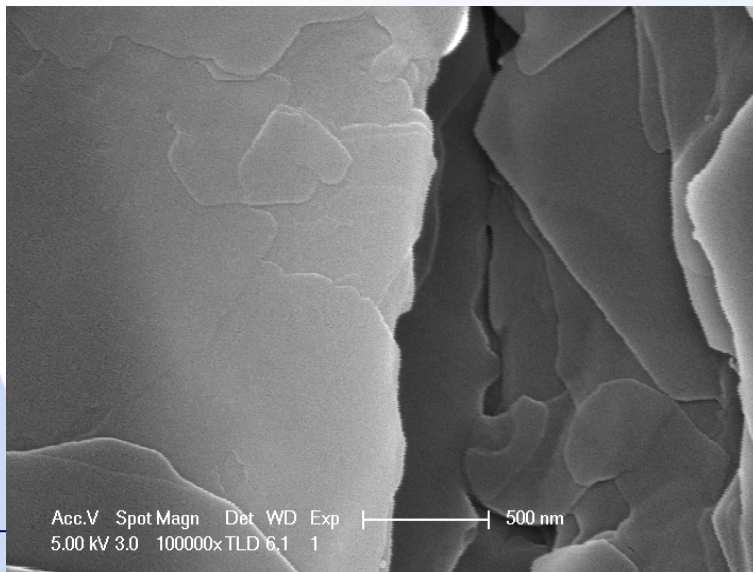
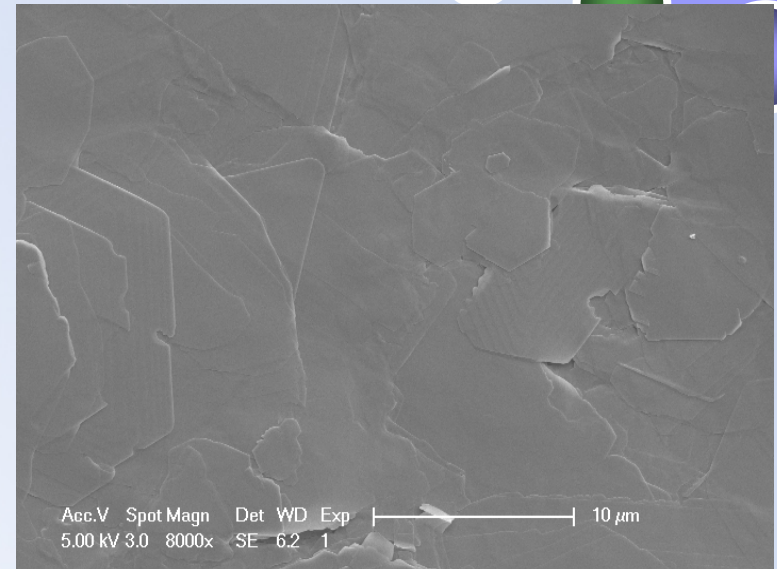
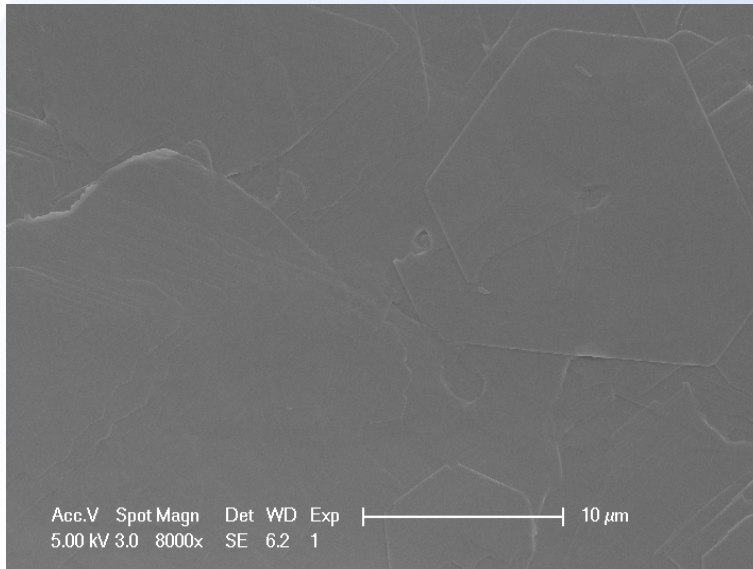
结果分析

- ❖ 方法一
- ❖ 试剂: ZnSO_4 :HMT
溶剂: 水 时间: 20 衬底: 玻璃

纳米薄片，呈规则六边形或三角形，直径约为10 μm ，厚度为10nm量级



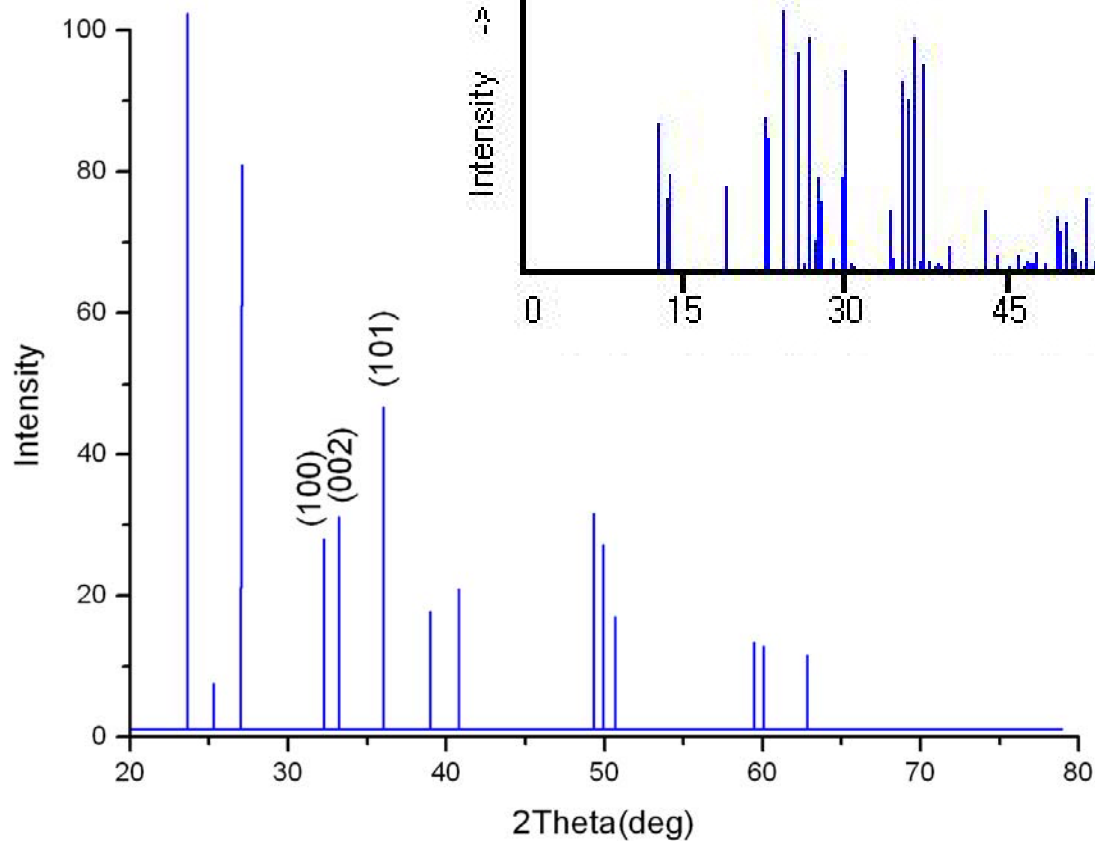
结果分析



结果分析

XRD

$\text{Zn}_3\text{O}(\text{SO}_4)_2$ 标准XRD

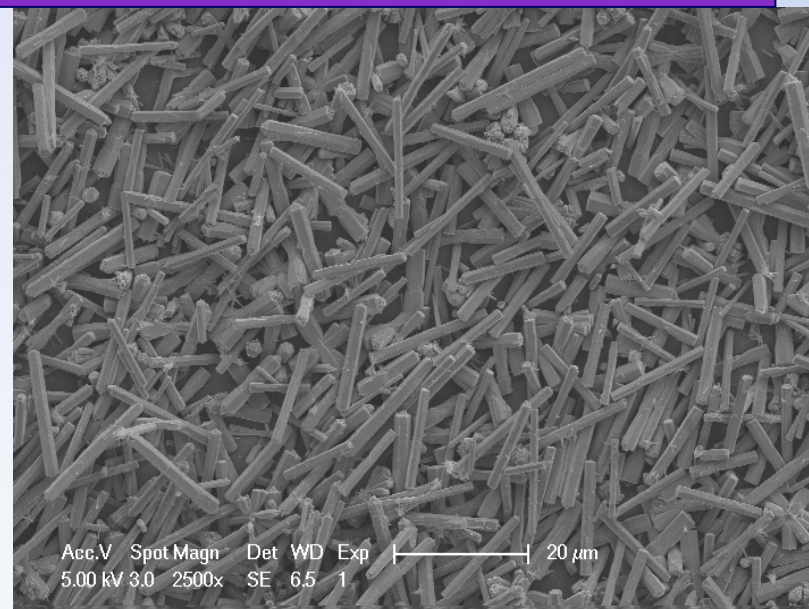
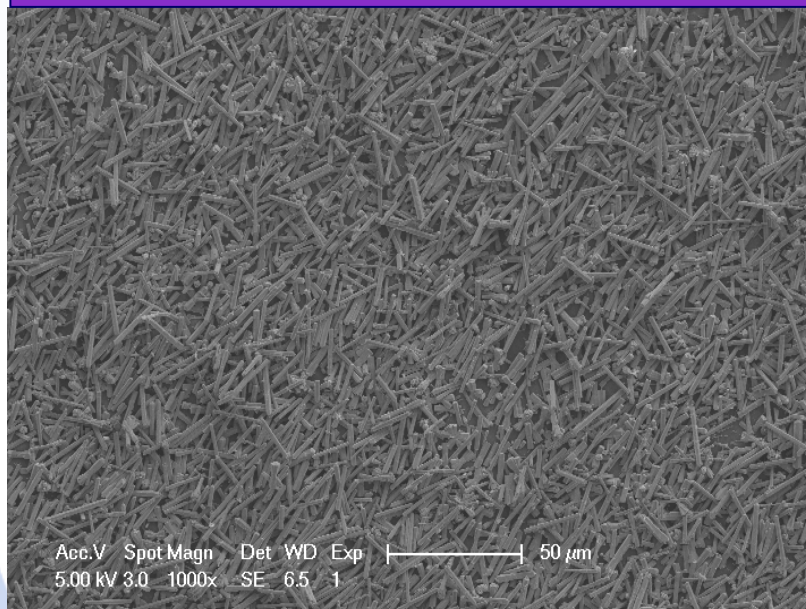


薄片成分含有 $\text{Zn}_3\text{O}(\text{SO}_4)_2$

结果分析

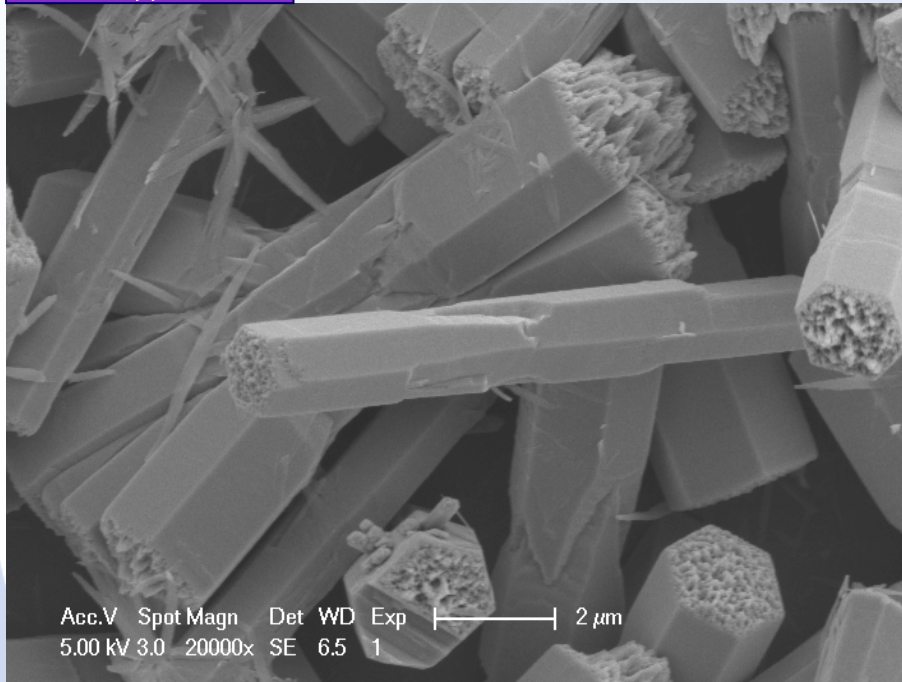
- ❖ 方法一:
- ❖ 试剂: $\text{Zn}(\text{AC})_2$:HMT
溶剂: 水 时间: 20 衬底: 玻璃

纳米棒，长度约为20 μm ，截面直径约为1 μm

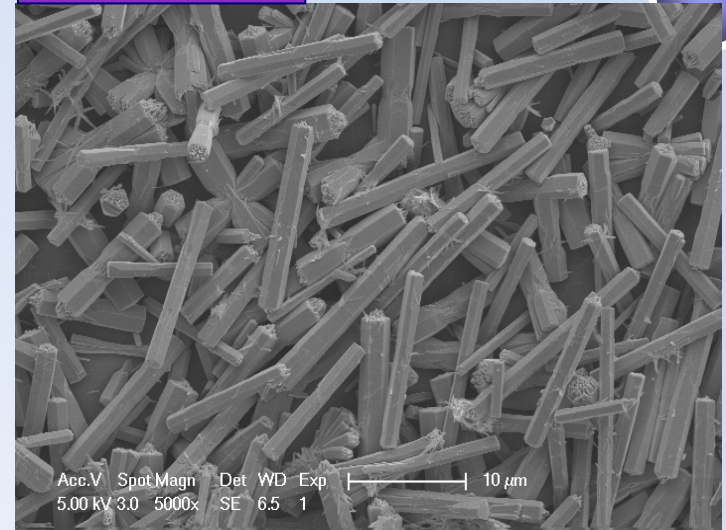


结果分析

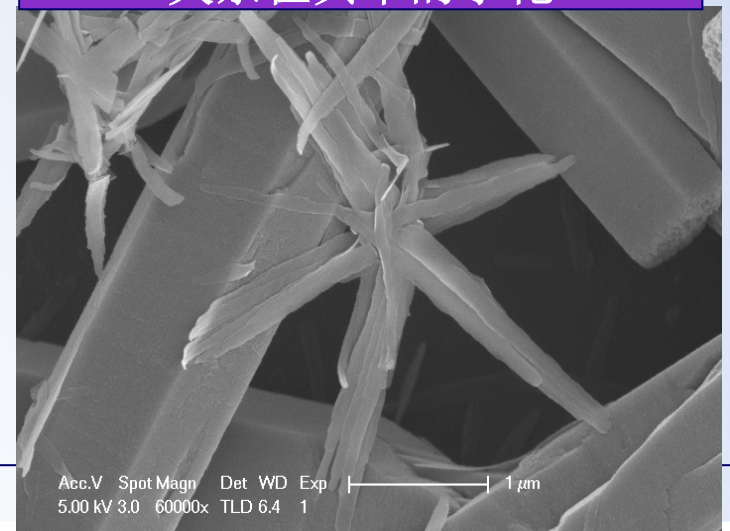
棒



棒

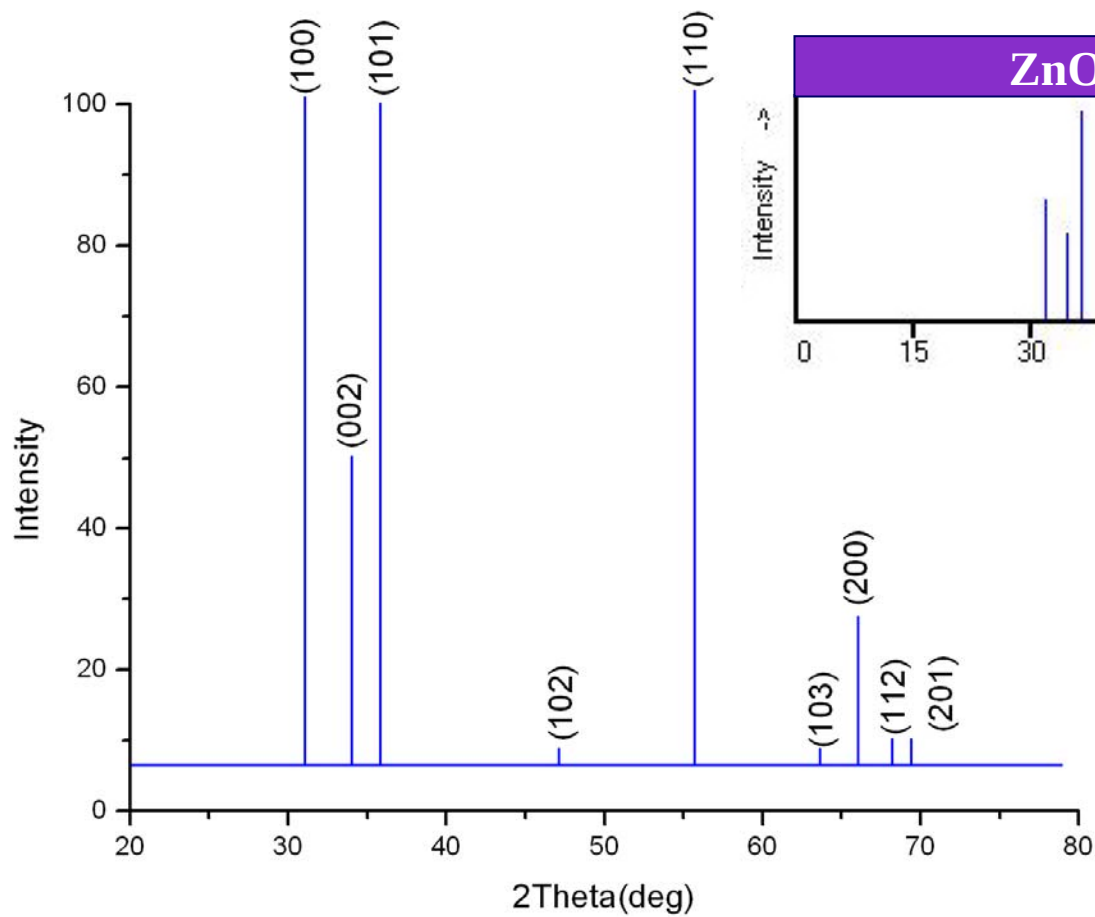


夹杂在其中小花

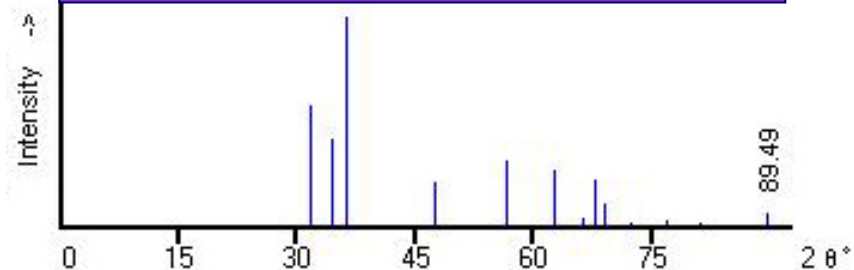


结果分析

XRD



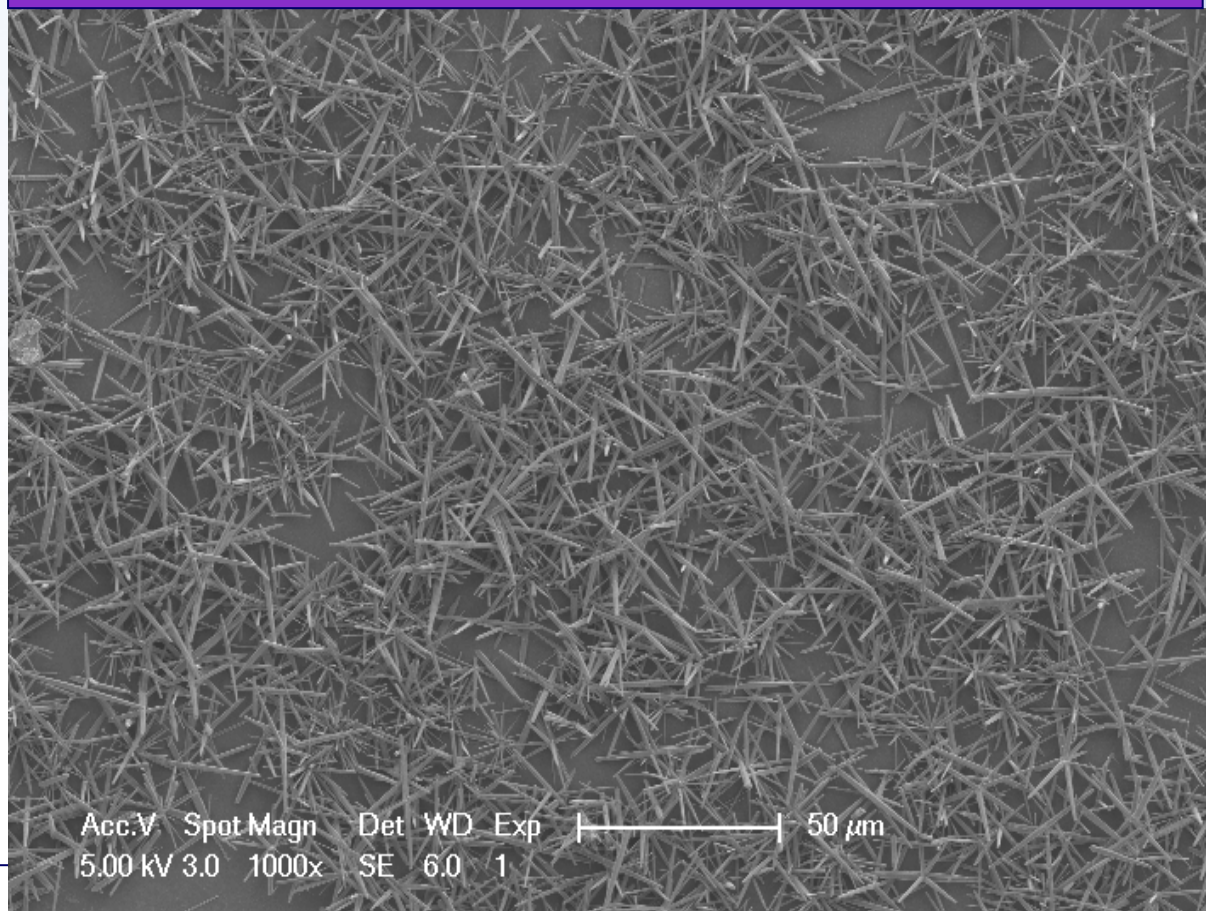
ZnO标准XRD



结果分析

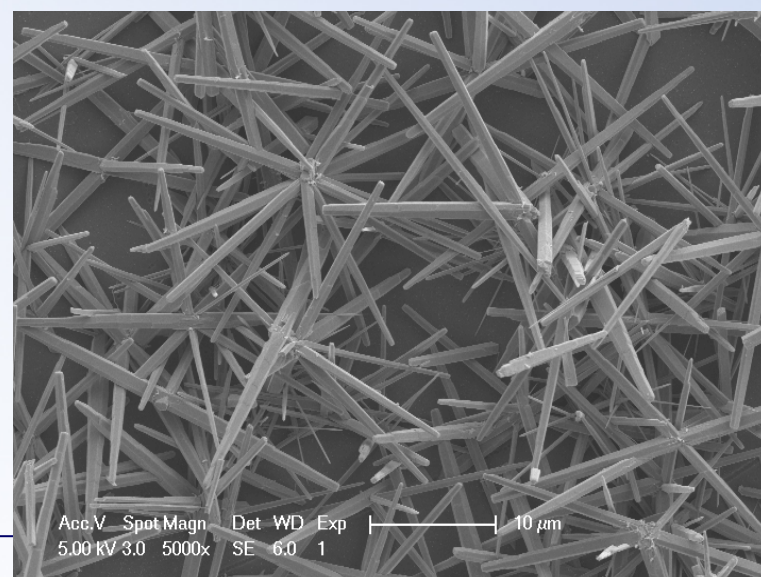
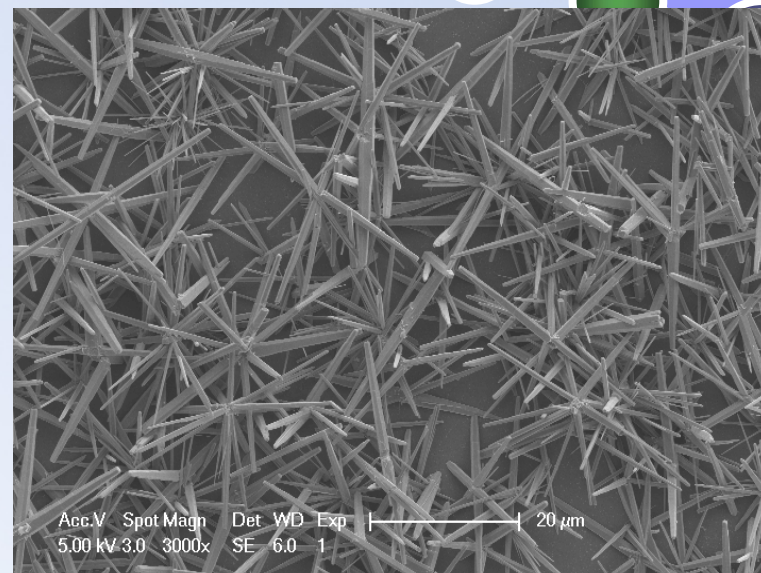
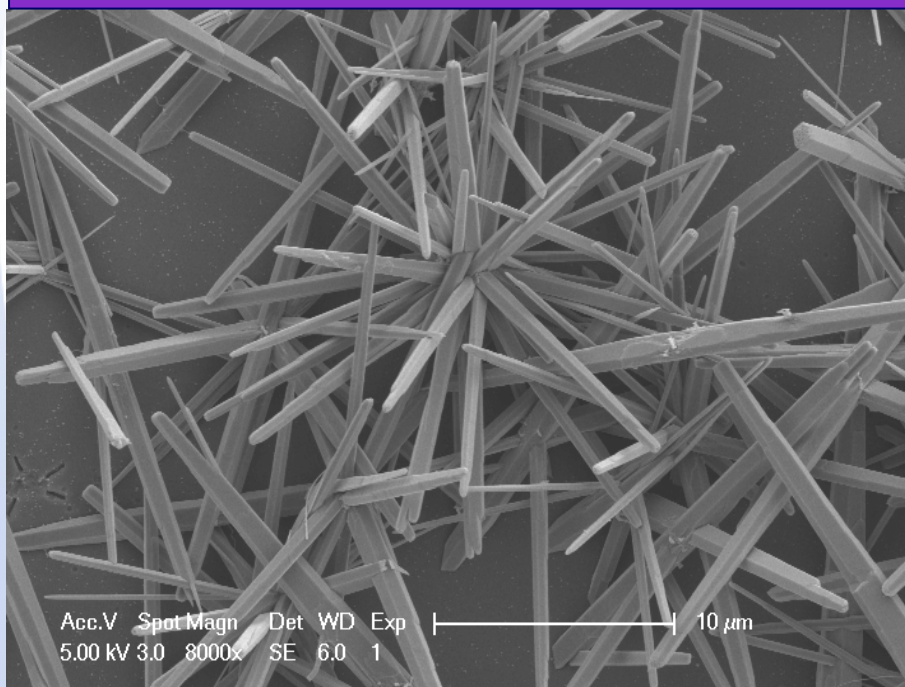
- ❖ 方法一:
- ❖ 试剂: $\text{Zn}(\text{AC})_2$:HMT:en
溶剂: 水 时间: 20 衬底: 玻璃

大花，直径约为15 μm ，单根刺截面直径约为1 μm



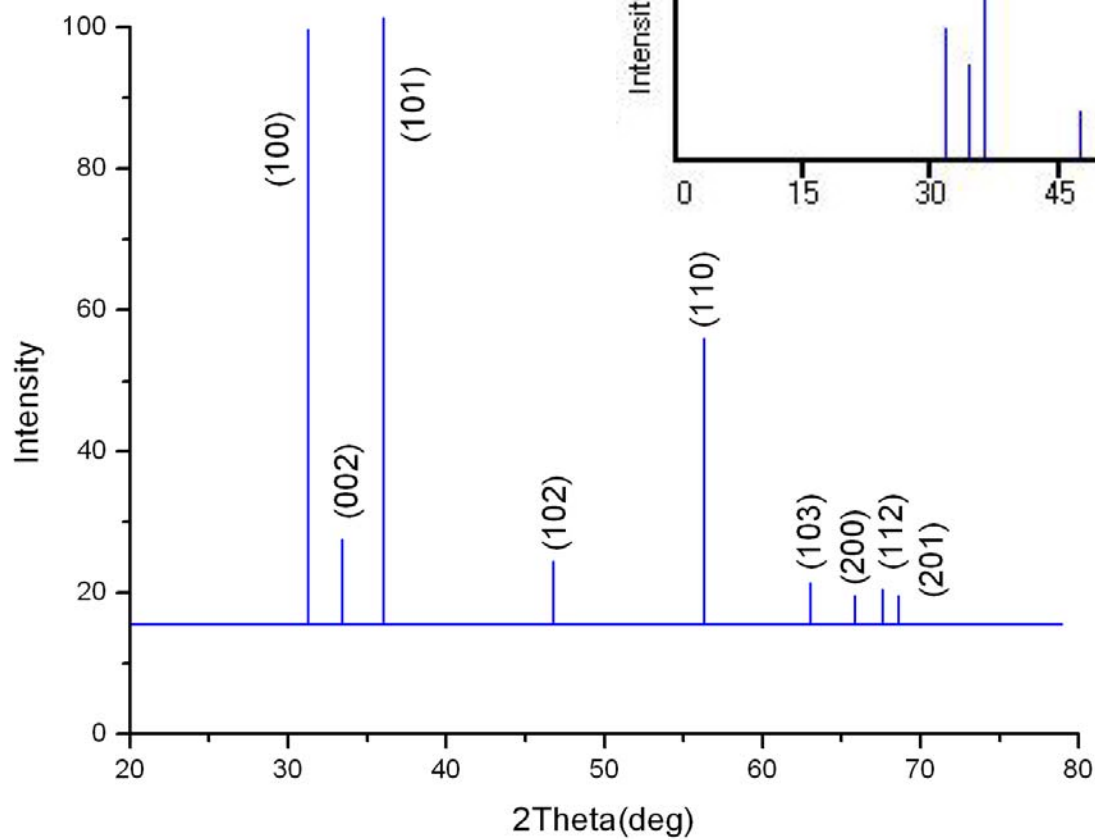
结果分析

大花，直径约为**15 μ m**
单根刺截面直径约为**1 μ m**
核直径约为**3 μ m**
疏水性不好

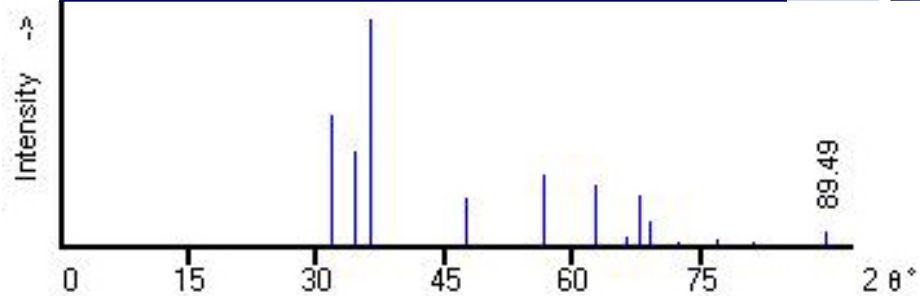


结果分析

XRD



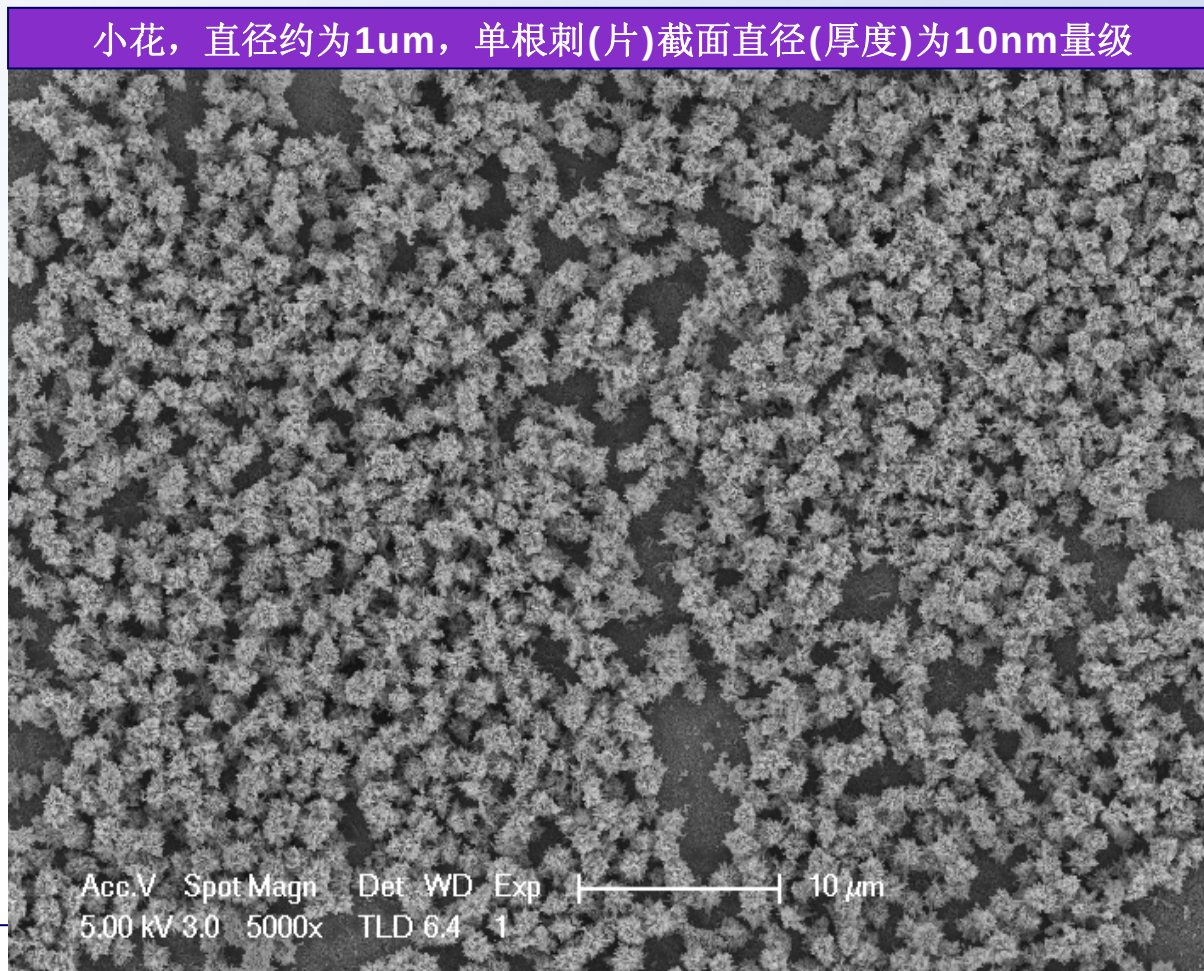
ZnO标准XRD



结果分析

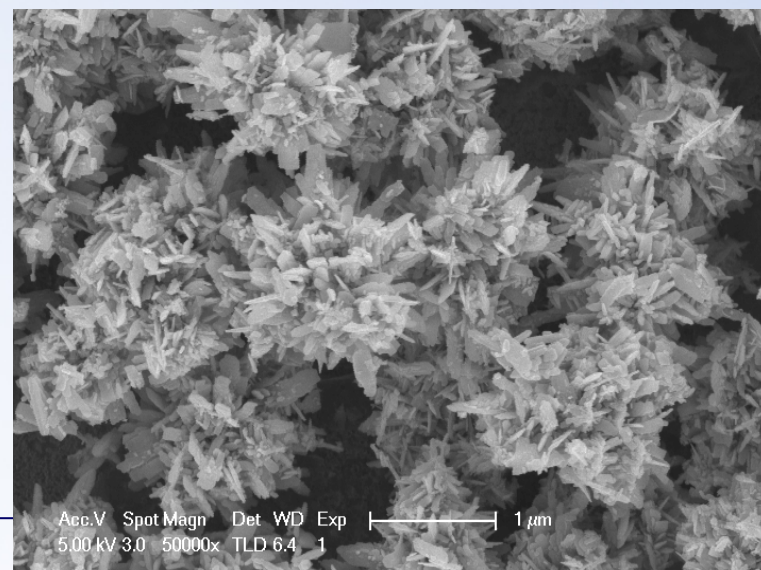
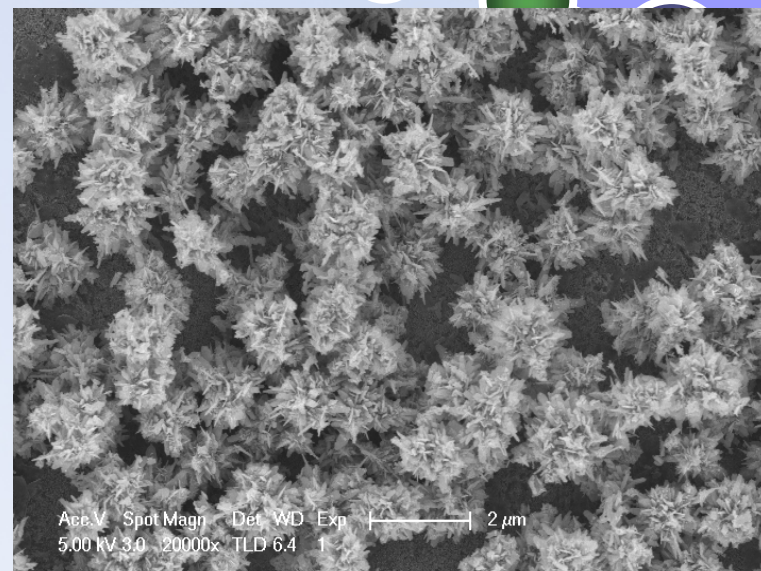
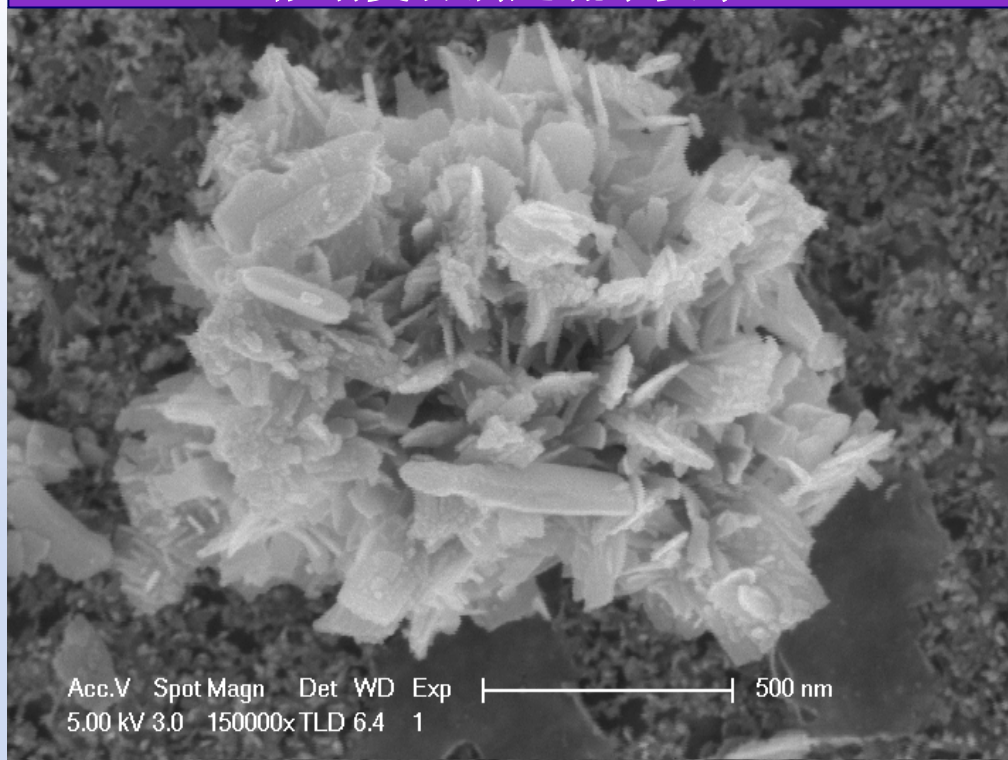
- ❖ 方法二:
- ❖ 试剂: $\text{Zn}(\text{AC})_2$: NaOH
溶剂: 乙醇 时间: 20 衬底: SiO_2 +溅射 ZnO

小花, 直径约为 $1\mu\text{m}$, 单根刺(片)截面直径(厚度)为 10nm 量级



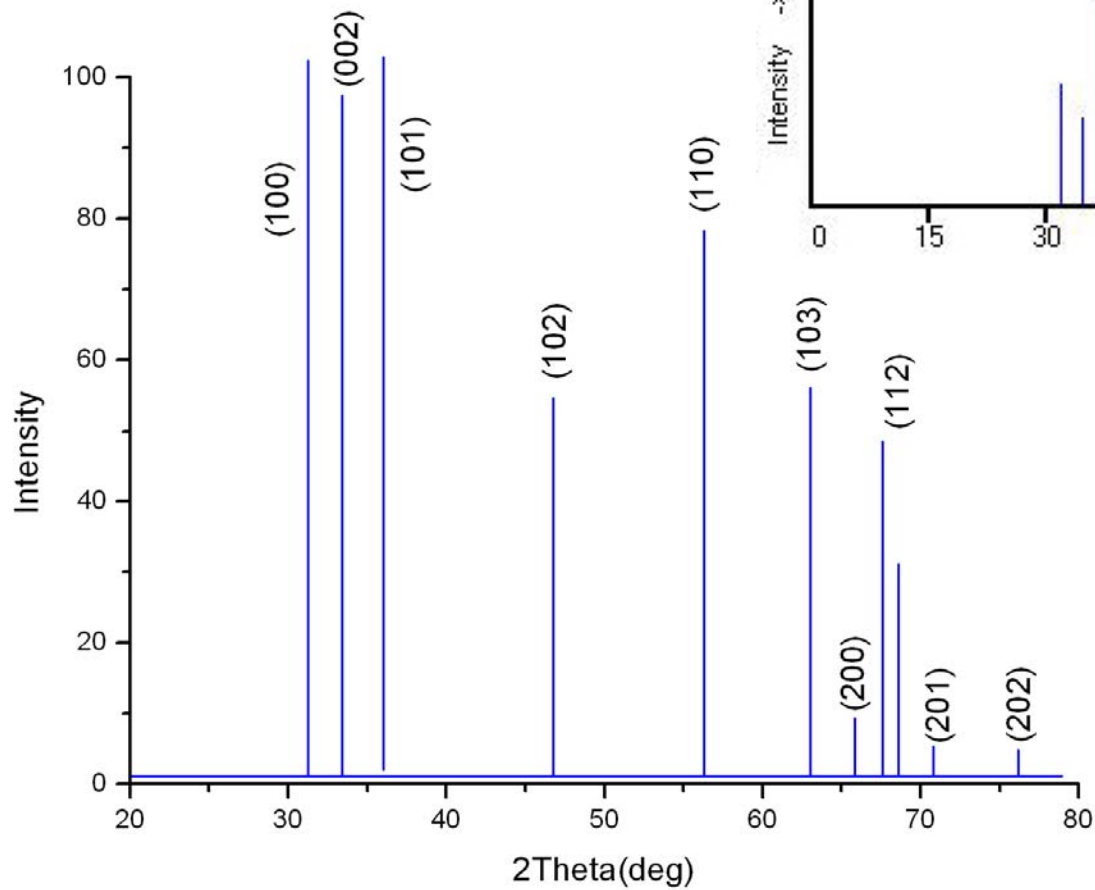
结果分析

小花，直径约为 $1\mu\text{m}$
单根刺(片)截面直径(厚度)为 10nm 量级
微纳复合满足疏水要求

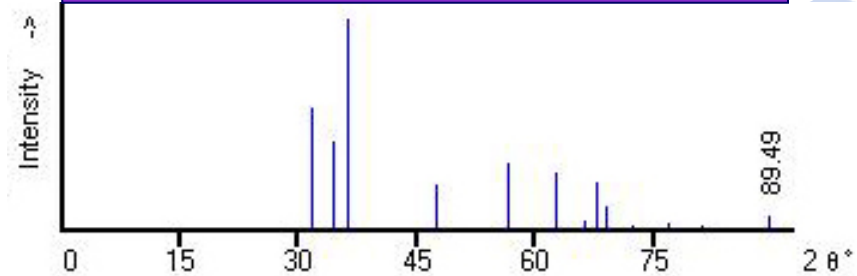


结果分析

XRD



ZnO标准XRD



❖ 有关制备ZnO微结构的经验

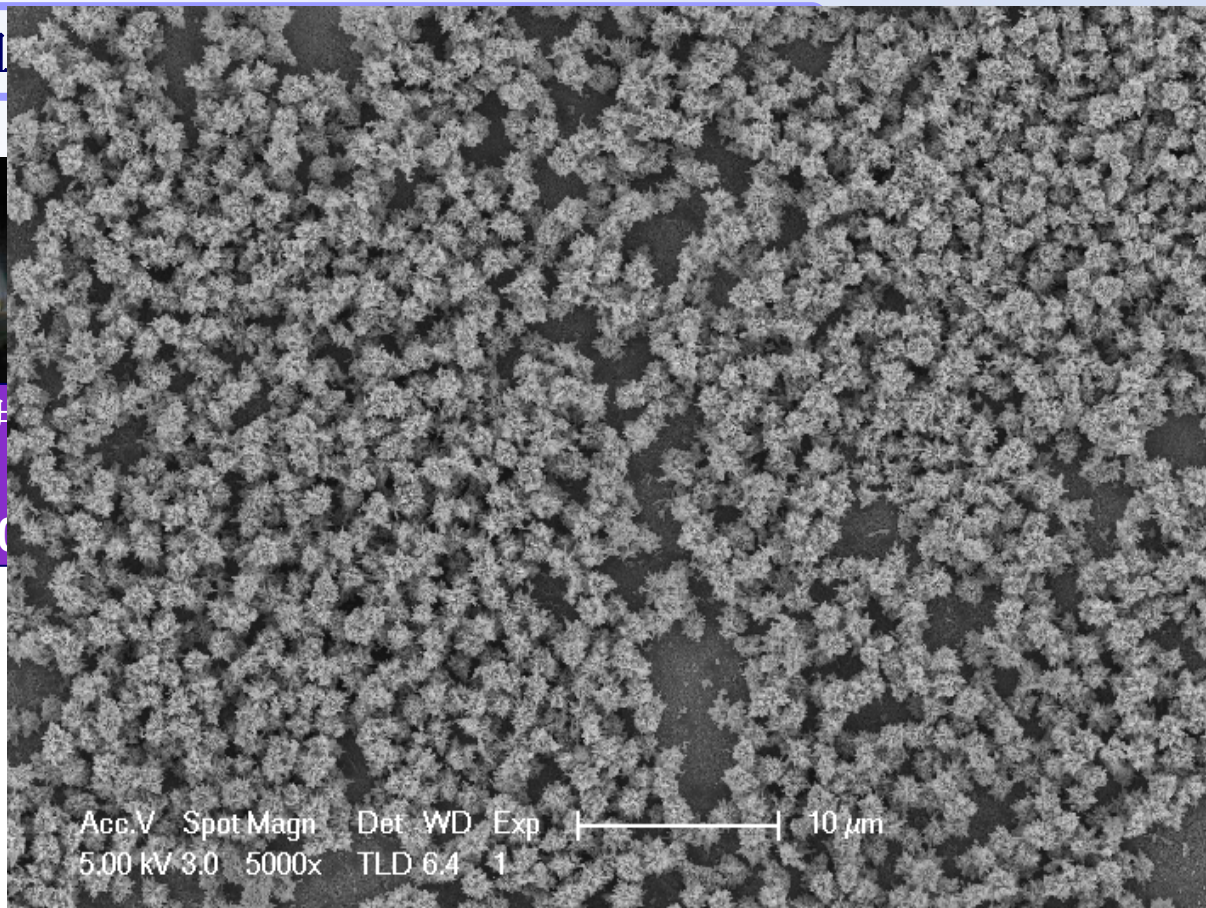
	试剂	溶剂	时间	结果
1	$\text{ZnSO}_4:\text{HMT}$	水	20h	薄片
2	$\text{Zn}(\text{AC})_2:\text{HMT}$	水	20h	棒
3	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2:\text{HMT}$	水	20h	棒
4	$\text{Zn}(\text{AC})_2:\text{HMT}:\text{NaOH}$	水	20h	什么都有
5	$\text{Zn}(\text{AC})_2:\text{HMT}:\text{en}$	水	20h	大花
6	$\text{Zn}(\text{AC})_2:\text{NaOH}$	乙醇	20h	小花

❖ 疏水性测量

对照组



第1组(薄片)
衬底:玻璃
接触角100°



衬底:玻璃
接触角100°



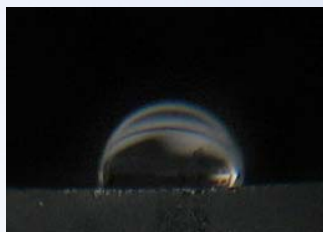
第16组a(小花)
衬底:玻璃
接触角120°

结果分析

对照组 II：大花不同生长时间对疏水性的影响



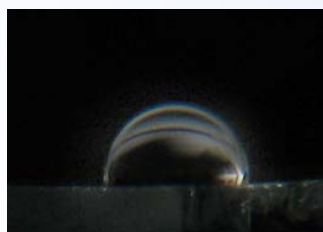
第4组(20h)
衬底:玻璃
接触角 100°



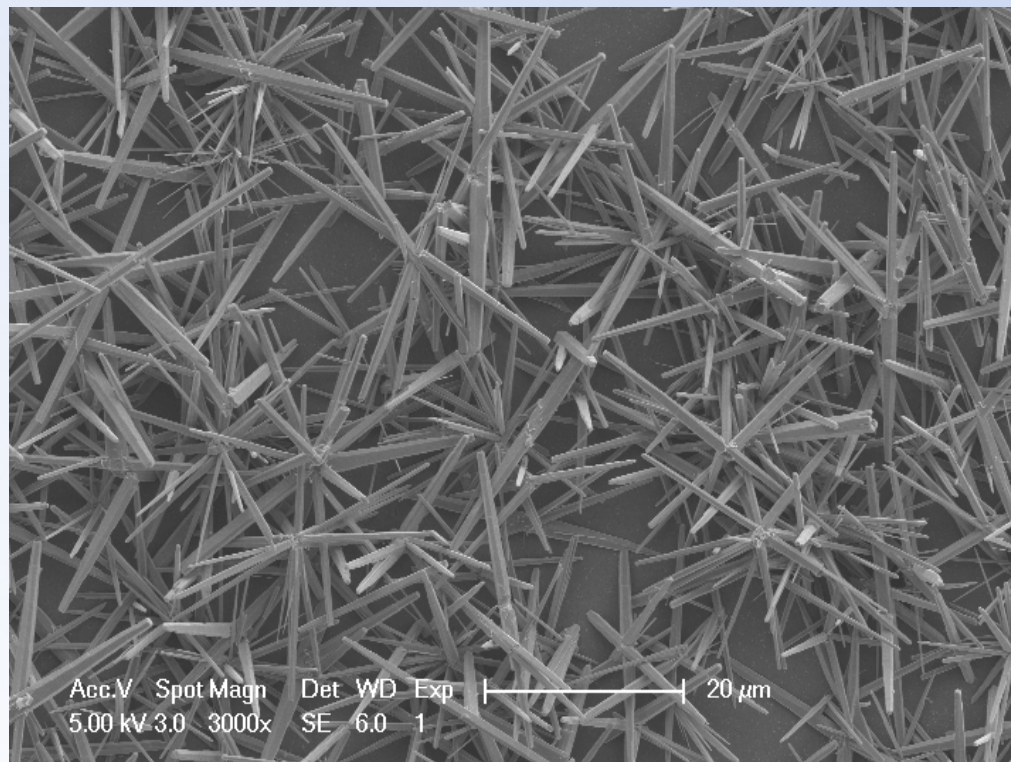
第5组(17h)
衬底:玻璃
接触角 100°



第7组(6h)
衬底:玻璃
接触角 100°



对照
衬底:玻璃
接触角 100°



❖ 大花单根刺太粗，疏水性不好

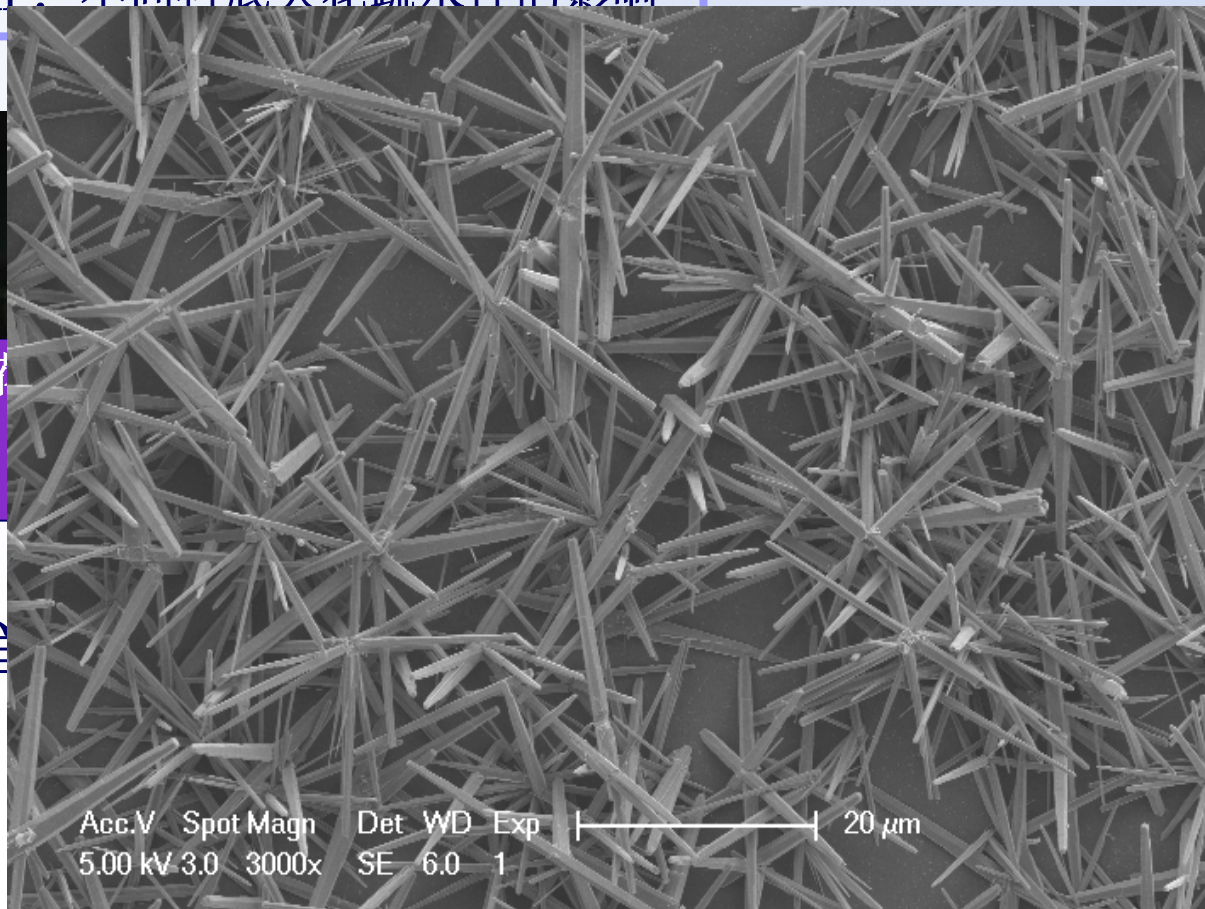
结果分析

对照组III：不同衬底大花疏水性的影响



第17组a(大花)
衬底:玻璃
接触角 100°

❖ 大花单



对照2
衬底:玻璃
接触角 100°

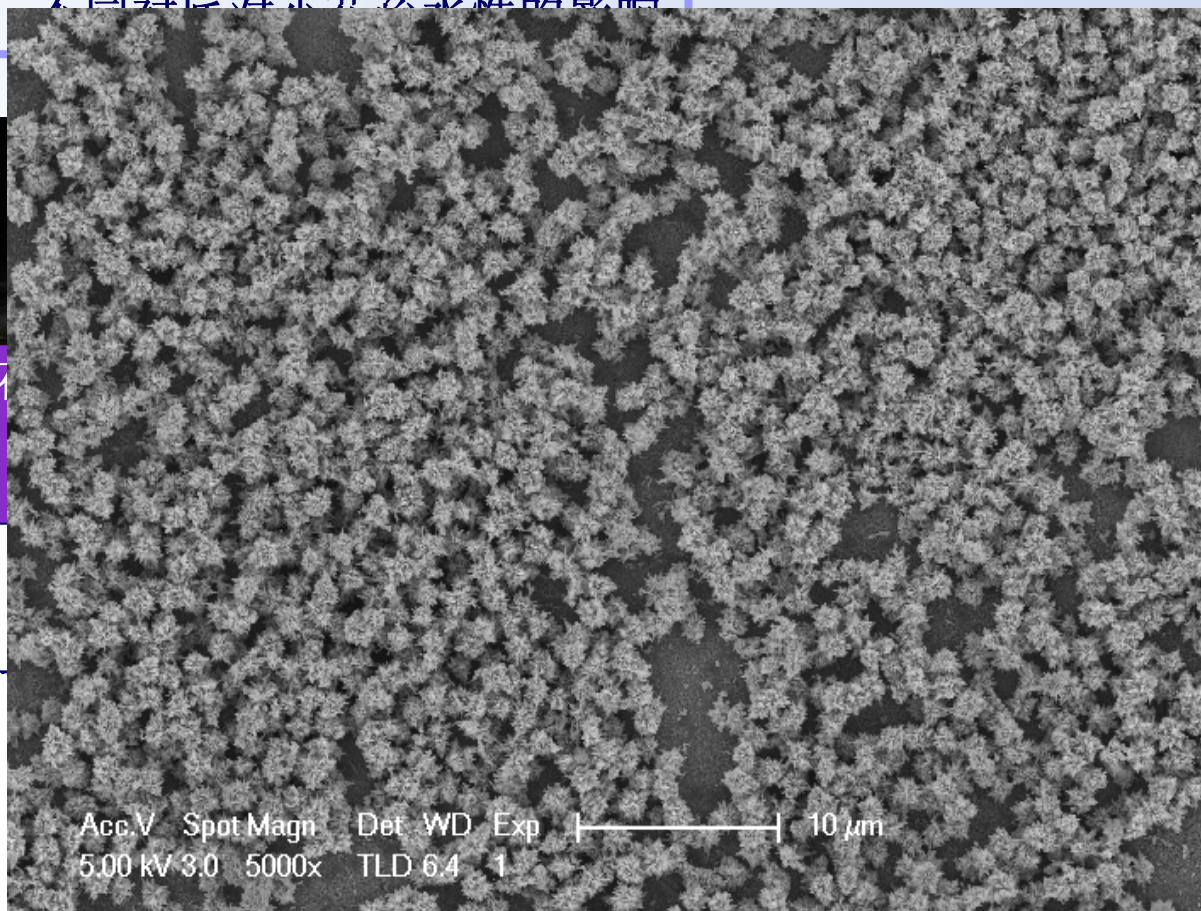
结果分析

对照组IV: 不同衬底对小花疏水性影响



第16组a(小花)
衬底:玻璃
接触角 120°

❖小花



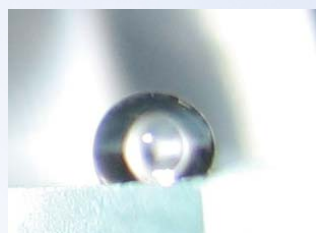
对照组2
衬底:玻璃
接触角 100°

求

对照组 V：多种结构复合薄膜的疏水性



第16组a
(小花)
衬底:玻璃
接触角 120°



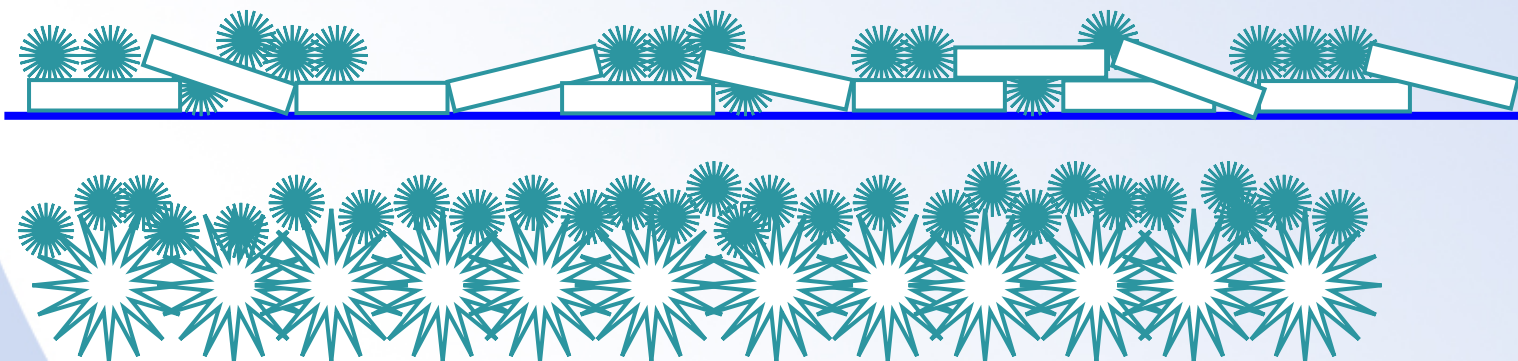
第14组b1
(大花+小花)
衬底:玻璃
接触角 150°



第14组b2
(大花+小花)
衬底:玻璃
接触角 150°



第14组b2
(棒+小花)
衬底:玻璃
接触角 110°



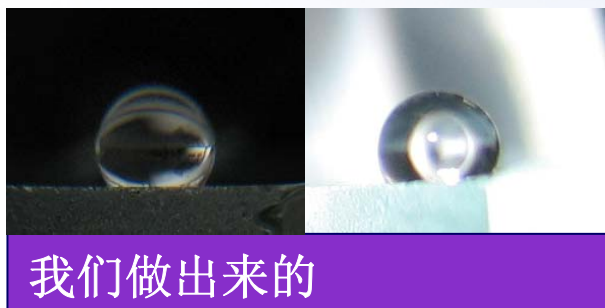
❖ 这种结构的疏水性应该很好

一些说明

- ❖ 如果用含氟有机物进行修饰，可以进一步提高接触角，提高疏水性
- ❖ 先进行溅射，生长结晶种子，有利于薄膜的附着力，薄膜生长均匀，提高疏水性

实验总结

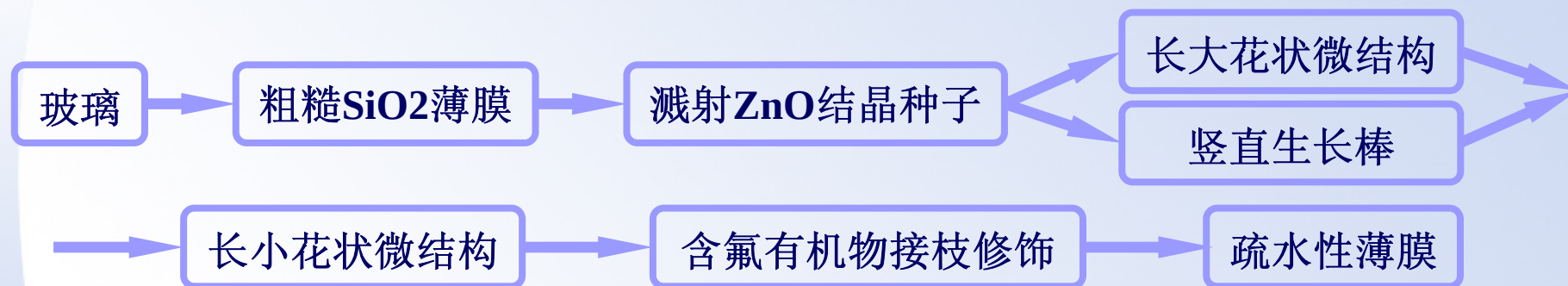
- ❖ 成功制备出多种 ZnO 的微结构
- ❖ 掌握了制备 ZnO 多种微结构的方法
- ❖ 制备具有一定疏水性的 ZnO 薄膜



实验展望

❖ 关于疏水性薄膜

- ❖ 1,大花上镶嵌小花, 或竖直棒上镶嵌小花, 可以得到较好的疏水性, 可以进一步进行实验



- ❖ 2,可以通过调节碱性, 改变溶剂, 热处理的方法进一步调控ZnO小花的微结构, 用它进一步提高疏水性
- ❖ 3,尝试调控SiO₂微结构, 仿生制备疏水薄膜
- ❖ 4,ZnO薄膜疏水和亲水的转换, 制备功能薄膜



- ❖ 关于**ZnO**微结构的其他可能应用
- ❖ **1**,薄片状微结构, 晶体结构保存完整, 可能具有较好的光催化性能
- ❖ **2**,小花微结构可以保证和溶液的接触面积大, 液相生长掺杂不破坏晶体结构, 掺杂后可能具有较高的光催化效率
- ❖ **3**,由大花和小花微结构制备的薄膜, 表面很粗糙, 可能可以进行表面**SP**发射



谢谢大家！
