**微反应法合成CdSeS三元合金量子点**（小三，加粗，居中，段前1行，段后0行）

学号 姓名（宋体，小四，居中，段前段后各0.5行）导师

（正文，宋体五号，行距12磅，段前段后0行）

**摘要：**合金量子点可以通过改变组分和内部结构来实现光电性能的调控。本文搭建了合成CdSeS三元合金量子点的毛细管微反应装置，研究发现通过优化反应物浓度、停留时间和反应温度等合成参数，增加S的含量可使荧光光谱从584 nm显著蓝移到468 nm处，且荧光半峰宽仅为31 nm。为了提高荧光量子产率和减少生物毒性，对合成的量子点进行了无机包裹，得到了CdSeS/ZnS核壳结构量子点，其荧光量子产率可达到60 % 。

**关键词:** 微反应；合金量子点；核壳结构 （关键字、摘要的具体格式请仿照本文）

**Synthesis of CdSeS Ternary Alloyed Quantum Dots via Microreaction**

Student number Name（英文用Times New Roman）Advisor

**Abstract:** Different from the quantum size effect of traditional quantum dots (QDs), alloyed QDs can tune the optical and electrical properties by changing the composition and internal structure. In this paper, the synthesis device of CdSeS ternary alloyed QDs was set-up based on the capillary microreactor. With the increase of the S content, the photoluminescence spectra blue-shift systematically across the visible spectrum from 584 nm to 468 nm, indicating the formation of alloyed nanocrystals. By systematic optimization of the parameters, such as concentration, residence time, and temperature and so on, high-quality CdSeS alloyed QDs with FWHM for the photoluminescence peak only 31nm were prepared. In order to improve fluorescence quantum yields and reduce the toxicity, CdSeS / ZnS core-shell quantum dots were synthesized. To confirm the optimal synthesis conditions, its reaction kinetics data were analyzed.

**Keywords:** Microreaction; Alloyed quantum dot; Core-shell structure

**1 引言（一级标题五号，加粗，段前段后各0.5行）**

量子点，又称无机荧光纳米晶，当其尺寸与激子的波尔半径（约5－10 nm）相近时，由于电子波函数的量子限制效应，量子点能带的有效带隙随粒子的半径减少而增加，宏观表现在吸收光谱和荧光光谱的蓝移，因此可以通过改变量子点的尺寸实现对光电性质的调控[1-4]。与有机荧光材料相比，量子点具有荧光性能稳定、不易光漂白、激发光谱宽、荧光光谱窄、发光性能受周围环境影响小等特点，在生物医药、催化、信息存储、太阳能电池以及发光器件等诸多领域具有广阔的应用前景。

合成高质量、无毒的产品是目前量子点研究的发展方向。在过去的二十年里，科学家们致力于研究尺寸可调、发光颜色不同的二元纳米晶（以CdSe为代表的Ⅱ—Ⅵ族量子点等）和核-壳结构纳米晶（CdSe/ZnS、CdSe/CdS等）[5-7]，这些研究都是通过改变量子点的尺寸来实现其对荧光波长、物理化学性质的调控，具有很大的局限性。其中最主要的是高质量小尺寸的量子点难以合成，因为小尺寸量子点的表面缺陷会使其荧光效率和稳定性显著降低，虽然利用有机或无机材料对其进行表面修饰会使荧光性能改善，但伴随的尺寸增大使其难以渗透细胞膜，限制了量子点的实际应用。所以，迫切需要开发一种新的合成方法来合成高荧光稳定性的量子点，合金量子点可以通过改变组分和内部结构实现光电性能的调控，并且具有优越的荧光稳定性、高的荧光效率以及宽的发光范围，受到了人们广泛的关注[8-10]。本文选用CdSeS三元合金量子点作为研究对象。

目前普遍采用合成量子点的方法是1993年美国麻省理工学院Murray[11]等在烧瓶中开发的基于注射工艺的有机金属高温热解法。此法合成合金量子点存在许多缺点，如间歇式合成工艺的复杂性会导致低产率和放大困难、工艺过程的不稳定带来可重复性差、副反应的抑制障碍和物化参数的非均匀性导致产物性能不佳、反应机理的事后解析带来的时间和原材料的浪费等问题，成为制约量子点合成和应用的瓶颈，导致高质量的量子点市售价格高居不下。微通道中极高的传热效率和稳定的反应条件极好的解决了这些问题，使用微反应法合成量子点具有可重复性好、温度和时间可以精确控制、能在线监测、规模化生产等特点。

**2实验部分**

## 试剂（二级标题五号，段前段后各0.5行）

氧化镉(CdO,99.9%)、硒粉(Se,99.5%)、硫粉(S,99.9%)、油酸(Oleic Acid,90%)、二乙基二硫代氨基甲酸锌（ZDC）购于中国医药（集团）上海化学试剂公司。三辛基磷(TOP，90％)和油胺(OLA,70%)购于Fluka。十八烯(ODE,90%)购于Fisher。

## 毛细管微反应装置的搭建

整个微反应系统主要由进样、混合和反应加热三个部分组成，如图1所示。



图1 微反应系统结构示意图

Fig.1 Schematic of microfluidic reactor

**（图下文字五号，居中，中英文标注）**

和热源组成，其中温控是整个连续微反应系统设计的关键，热源选择由程序升温的油浴提供，其温控精度为±1℃。

**(所有与图表相接的文字与图表间行距为0.5行)**

## CdSeS三元合金量子点的合成

将1 mmol CdO(128.5 mg)在高温、高速磁力搅拌下溶于1 ml油酸和2 ml油胺（总共3 ml）中，形成清澈的Cd前驱体溶液；将0.04 mmol Se(3.16 mg)和0.4 mmol S(12.8 mg)在常温、高速磁力搅拌下溶于1 ml TOP和2 ml ODE(总共3 ml)中,形成Se、S前驱体溶液。反应温度设置为285℃,在大气环境下，将上述两种体积相等的前驱体溶液分别抽入注射器中，置于注射泵上；注射泵负责前驱体溶液的进样控制，反应停留时间可通过注射泵控制。二股流体在三通中汇合后进入混合腔，磁力搅拌产生的湍流效果实现两股原料的快速混合；混合后的溶液进入高温加热的毛细管，由于前驱体溶液从室温加热到高温时间非常短，从而达到瞬间形核的目的；溶液流出加热区域后迅速降至室温，使反应淬灭，生长过程中断，从而控制成核的大小。取样，并对样品进行表征。反应停留时间可通过注射泵控制。二股流体在三通中汇合后进入混合腔，磁力搅拌产

# ……

# 4 结论

微通道中极高的传热和传质特性以及稳定的反料的快速混合；混合后的溶液进入高温加热的毛细管，由于前驱体溶液从室温加热到高温时间非常短，从而达到瞬间形核的目的；溶液流出加热区域后迅速降至室温，使反应淬灭，生长过程中断，从而控制成核的大小。取样，并对样品进行表征。反应停留时间可通过注射泵控制。二股流体在三通中汇合后进入混合腔，磁力搅拌产料的快速混合；混合后的溶液进入高温加热的毛细管，由于前驱体溶液从室温加热到高温时间非常短，从而达到瞬间形核的目的；溶液流出加热区域后迅速降至室温，使反应等由于前驱体溶液从室温加热到高温时间非常短，

**（末页要左右齐平）**

 表1 P3HT/PbSe太阳能电池JV特性表

Table 1 JV characteristics of P3HT/PbSe solar cells

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Spin speed (rpm) | Voc(V) | Jsc(mA/cm2) | FF | PCE(%) |
| 500  | 0.18 | 0.68 | 0.28 | 0.04 |
| 1000 | 0.2 | 1.2 | 0.32 | 0.08 |
| 2000 | 0.36 | 1.3 | 0.41 | 0.19 |
| 4000 | 0.18 | 0.5 | 0.4 | 0.04 |

**（图表要求为三线格形式，要放在每页的最上或最下）**

 (3)

**（公式要居中，编号要居右）**

反应条件为量子点的合成提供了有力的环境，在此基础上，搭建了用于CdSeS三元合金量子合成的毛细管微反应装置。通过实验证明了合金量子点可以通过改变组分实现对荧光性能的调控，而与尺寸无关。通过反复实验，改变原料配比、反应温度和停留时间，优化参数，获得了荧光性能最佳的CdSeS三元合金量子点。为了减少产品的生物毒性和提高荧光量子产率，对得到的CdSeS量子点进行了无机包裹实验，优化反应参数，基本掌握了其反应动力学数据，为三元合金量子点的大规模合成提供了可靠的实验数据。

# 参考文献

[1] A. Henglein, Small-Particle Research: Physicochemical Properties of Extremely Small Colloidal Metal and Semiconductor Particles. Chemical Reviews, 1989, 89: 1861-1873.

[2] M. G. Bawendi, M. L. Brus, The Quantum-Mechanics of Larger Semiconductor Clusters (Quantum Dots). Annual Review of Physical Chemistry, 1990, 41: 477-496.

**（五号，不要交叉引用，具体格式参照华东理**

 **工大学学报，见文后。此外，最好不要使用**

 **Endnote等软件插入参考文献。）**

**作者简介：（段前1行段后0.5行，加粗）**

XX：1986年生于XX省XX市， 2006年华东理工大学机械设计制造及其自动化专业获得学士学位，2006年始在华东理工大学化工过程机械专业攻读博士学位。

Email: XX@XX.com

（作者简介：宋体五号，内容包括出生年月，籍贯，大学以来的简历，Email地址）

**照片尺寸3cm（高）X 2.5cm（宽）注意照片位置！**

注：英文全部用Times New Roman；

页眉用小五，奇偶页内容不同；总长不超过4页；

华东理工大学学报参考文献格式

1 文稿组成必须包括：文题、作者姓名、作者单位（地址和邮编）、中英文摘要与关键词（3~8个，尽量用汉语主题词表提供的规范词）、中图分类号、英文文题、第一作者简介（姓名、出生年、性别、籍贯、职称、学历、研究方向）、正文、参考文献。基金论文请在文稿首页地脚处注明属何种资助项目。

2  摘要应具有独立性和自含性，即不阅读全文，就能获得必要的信息。摘要应说明研究目的、方法、结果和结论，而重点是结果和结论。中文摘要一般为150~250字，英文摘要为100~150个实词。英文摘要的句型力求简单，主谓语要搭配。文摘中的缩略语、略称、代号，在首次出现时必须加以说明。

3  文稿章节编排采用三级标题，各层次标题一律用阿拉伯字连续编号，如“1”，“2.1”“3.1.2”等。前言不用标题。

4  文稿中的物理量和计量单位一律采用国家标准或国际标准。对外文字母、单位、符号的大小写、上下角标及易混淆的字母标注清楚。

5  文中图、表随文出现，应有图号、图题及表号、表题，图、表名需用中英文对照，图、表中的内容均用英文。附图尺寸一般要求不超过6.0 cm；照片应选用反差较大、层次分明的黑白照片（保留原照片的刻度），尺寸一般为4 cm\*3 cm，文中表格一律使用三线表（无竖线、斜线，仅保留顶、底线及栏目线）。

6  参考文献应著录最主要的资料，未公开发表的原则上不引用，文献序号应与文中引用先后次序一致。参考文献的著录格式如下：

（1）期刊：作者．题名[J]．刊名，出版年，卷号（期号）：起止页码．

（2）专著：作者．书名．版本（初版不写）[M]．出版地：出版者，出版年．起止页码．

（3）论文集析出文献：作者．题名[A]． 编者．论文集名[C]．出版地：出版者，出版年．起止页码．

（4）学位论文：作者．题名[D]．保存地点：保存单位，年份．

（5）专利文献: 专利申请者．题名[P]．专利国别：专利号．出版日期．

（6）电子文献: 作者．题名[EB/OL]．电子文献地址．发表或更新日期/引用日期．

以上内容摘自：<http://journal.ecust.edu.cn/ch/index.aspx>