

学校编码：10384
学号：20720141150096

分类号____ 密级____
UDC____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

Ni-Ag 和 Ni-Au 双组元纳米粒子超晶格的制备及性能研究

Investigation on the synthesis and properties of Ni-Ag and
Ni-Au binary nanoparticle superlattices

龚平云

指导教师姓名： 陈 远 志 教 授

专 业 名 称： 材 料 工 程

论文提交日期： 2017 年 月

论文答辩时间： 2017 年 月

学位授予日期： 2017 年 月

答辩委员会主席：

评 阅 人：

2017 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（ ）课题（组）的研究成果，获得（ ）课题（组）经费或实验室的资助，在（ ）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要.....	I
Abstract.....	II
第一章 绪论.....	1
1.1 引言.....	1
1.2 金属纳米粒子自组装.....	1
1.2.1 纳米粒子自组装的方法.....	2
1.2.1.1 界面自组装.....	2
1.2.1.2 模板自组装.....	4
1.2.1.3 外场诱导自组装.....	5
1.2.1.4 沉降自组装.....	6
1.2.2 纳米粒子组装体的性质及用途.....	6
1.3 金属纳米粒子自组装的影响因素.....	8
1.3.1 焓和熵.....	9
1.3.2 范德华力.....	9
1.3.3 静电力的相互作用.....	10
1.3.4 表面分子基团的相互作用.....	10
1.4 金属纳米粒子自组装的研究进展.....	10
1.4.1 单组元金属纳米粒子自组装.....	11
1.4.2 双组元金属纳米粒子自组装.....	11
1.4.3 多组元金属纳米粒子自组装.....	12
1.5 研究意义与研究内容.....	13
1.5.1 研究意义.....	13
1.5.2 研究内容.....	14
参考文献.....	15
第二章 实验内容及测试方法.....	24

2.1 实验试剂与实验仪器	24
2.2 纳米粒子的制备	25
2.2.1 单分散金纳米粒子制备.....	25
2.2.2 单分散银纳米粒子制备.....	25
2.2.3 单分散镍纳米粒子制备.....	26
2.3 双组元纳米粒子的自组装	26
2.4 测试方法	27
2.4.1 微观结构测试.....	27
2.4.2 磁学特性测试.....	28
2.4.3 光学特性测试.....	28
第三章 镍-银双组元纳米粒子超晶格的制备及性能研究	29
3.1 引言	29
3.2 双组元纳米粒子自组装方法	30
3.2.1 组装基底预处理.....	30
3.2.2 碳支持膜上的自组装.....	31
3.2.3 Si/SiO ₂ 基片上的自组装.....	31
3.3 组装单元的选择	31
3.4 单组元镍纳米粒子自组装	35
3.5 镍-银双组元组装体的微观结构分析	37
3.5.1 碳支持膜上的自组装.....	37
3.5.1.1 组装温度.....	42
3.5.1.2 组元间配比.....	44
3.5.1.3 蒸发溶液总浓度.....	46
3.5.1.4 不同溶剂种类.....	47
3.5.2 Si/SiO ₂ 基片上的自组装.....	48
3.6 镍-银组装体性能测试	51
3.6.1 组装体光学特性测试.....	52
3.6.2 组装体磁学特性测试.....	53
3.7 本章小结	55

参考文献	56
第四章 镍-金双组元纳米粒子超晶格的制备	59
4.1 引言.....	59
4.2 镍-金双组元组装方法及组装单元的选择.....	59
4.2.1 组装方法.....	59
4.2.2 组装单元的选择.....	60
4.3 镍-金双组元组装体的微观结构分析.....	61
4.3.1 8.0 nm 镍-4.1 nm 金自组装.....	61
4.3.2 12.0 nm 镍-4.1 nm 金自组装.....	64
4.4 本章小结	65
参考文献	67
第五章 全文总结	69
攻读硕士学位期间发表的论文	71
致 谢.....	72

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Table of Contents

Abstract in Chinese	I
Abstract in English	II
Chapter 1 Preface	1
1.1 Introduction	1
1.2 Metal Nanoparticle Self-assembly	1
1.2.1 Nanoparticle Self-assembly Methods	2
1.2.1.1 Interfacial Self-assembly	2
1.2.1.2 Template Self-assembly	4
1.2.1.3 External Field-guided Self-assembly	5
1.2.1.4 Settlement Self-assembly	6
1.2.2 Properties and Applications of Nanoparticle Assemblies	6
1.3 Influence Factors in Metal Nanoparticle Self-assembly	8
1.3.1 Enthalpy and Entropy	9
1.3.2 Van der Waals Force.....	9
1.3.3 Electrostatic Force Interaction	10
1.3.4 Surface Molecular Group Interaction	10
1.4 Research Progress of Metal Nanoparticle Self-assembly	10
1.4.1 Self-assembly of Single-component Metal Nanoparticles.....	11
1.4.2 Self-assembly of Binary-component Metal Nanoparticles.....	11
1.4.3 Self-assembly of Multicomponent Metal Nanoparticles	12
1.5 Research Significance and Contents	13
1.5.1 Research Significance	13
1.5.2 Research Contents.....	14
References	15
Chapter 2 Experimental Contents and Characterization	24
2.1 Experiment Materials and Instruments	24

2.2 Preparation of Nanoparticles	25
2.2.1 Preparation of Monodisperse Au Nanoparticles	25
2.2.2 Preparation of Monodisperse Ag Nanoparticles	25
2.2.3 Preparation of Monodisperse Ni Nanoparticles	26
2.3 Self-assembly of Binary Nanoparticles	26
2.4 Sample Characterization	27
2.4.1 Microstructure Characterization	27
2.4.2 Magnetic Property Test	28
2.4.3 Optical Property Test	28
Chapter 3 Investigation on the Synthesis and Properties of Ni-Ag Binary Nanoparticle Superlattices	29
3.1 Introduction	29
3.2 Methods of Binary-component Nanoparticles Self-assembly	30
3.2.1 Assembly Substrate Pretreatment	30
3.2.2 Self-assembly on Carbon-coated TEM Grids	31
3.2.3 Self-assembly on Si/SiO ₂ Wafer	31
3.3 Choosing Assembly Components	31
3.4 Self-assembly of Ni Nanoparticles	35
3.5 Microstructure Analysis of Ni-Ag Binary Nanoparticle Assemblies	37
3.5.1 Self-assembly on Carbon-coated TEM Grids	37
3.5.1.1 Assembly Temperature.....	42
3.5.1.2 Two-sized Nanoparticle Molar Concentration Ratio	44
3.5.1.3 Total Evaporation Solution Concentration.....	46
3.5.1.4 Different Solvents Species	47
3.5.2 Self-assembly on Si/SiO ₂ Wafer	48
3.6 Ni-Ag Assembly Performance Analysis	51
3.6.1 Optical Property of Assembly	52
3.6.2 Magnetic Property of Assembly.....	53
3.7 Summary	55

References	56
Chapter 4 Assembly of Ni-Au Binary Nanoparticle Superlattices	59
4.1 Introduction.....	59
4.2 Methods and Components of Ni-Au Binary Nanoparticle Assemblies	59
4.2.1 Assembly Methods.....	59
4.2.2 Choosing Assembly Components	60
4.3 Microstructure Analysis of Ni-Au Binary Nanoparticle Assemblies	61
4.3.1 8.0 nm Ni-4.1 nm Au assemblies	61
4.3.2 12.0 nm Ni-4.1 nm Au assemblies	64
4.4 Summary.....	65
References	67
Chapter 5 Summary	69
Publications	71
Acknowledgements	72

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

利用单分散纳米粒子形成三维有序结构或者超晶格结构的自组装功能材料已经成为材料研究领域中的一个重要方向。近年来,纳米粒子自组装已经从单组元组装向双组元甚至更高组元组装发展。通过合理调控纳米粒子的化学成分、大小和化学计量比,将不同性质的金属纳米粒子组装在一起,特别是双组元纳米粒子超晶格(BNSLs)的研究已是当前的研究热点之一。经过组装使得纳米粒子间相互耦合,得到不同于单种纳米材料的性能而出现更新颖的性质,从而在磁记录媒介、发光设备、生物标记、催化、太阳能电池等领域广泛应用。

本研究以单分散镍、银和金纳米粒子作为组装基元,对镍-银和镍-金双组元组装两个组装体系的制备、结构以及性能进行分析研究。文中重点分析了组装过程中的实验影响因素、组装体微观结构以及光学特性和磁学特性。研究表明:双组元组装体的结构与组装温度、组元间配比、蒸发溶液总浓度及蒸发溶剂有关;不同结构的组装温度和组元间配比不同,碳支持膜和Si/SiO₂基片上的蒸发溶液总浓度分别以0.7~1 mg/mL和2~3 mg/mL为宜,而甲苯作为蒸发溶剂最佳。在一定的实验条件下,对于镍-银组装体在碳支持膜上可以得到大面积的NaCl型、AlB₂型以及AB₁₃型纳米粒子超晶格;但是在Si/SiO₂基片上却发现超晶格点阵以NaCl型和AB₁₃型为主。对于镍-金组装体系在碳支持膜上可以形成大面积的AlB₂型超晶格、A₂B₃型和AB₃型双层亚稳定结构以及小面积AB₁₃型等有序结构。另外,组装体的表面等离子体共振(SPR)峰的变化和体系中所含贵金属的多少以及相邻贵金属颗粒间的间距有关;组装体继承了镍纳米粒子的磁性特征,而贵金属纳米粒子的挤入降低了相邻镍颗粒间的磁耦合作用,使得组装体的阻隔温度(T_b)减小。

关键词: 镍; 银; 金; 自组装; 超晶格; 纳米粒子

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

Using monodisperse nanoparticles to form orderly three-dimensional structure or superlattice structure of self-assembled functional materials has become an important direction in the field of materials research. In recent years, the nanoparticle self-assembly has developed from single-component assembly to binary-component or multicomponent assembly. With precisely controlled chemical composition, size and stoichiometry, different properties of metal nanoparticles can be assembled together, especially the binary nanoparticle superlattices (BNSLs) have attracted great interest. BNSLs raise the possibility of combining the properties of individual components with new properties that arise from the interactions between the nanoparticles, and have broad applications in the fields such as magnetic recording media, light-emitting devices, biological tags, catalysis and solar cells, ect.

In this thesis, we use monodisperse nickel, silver and gold nanoparticles as assembly unit to study the synthesis and properties of Ni-Ag and Ni-Au binary nanoparticle superlattices. Research results show that: The structures of binary-component assembly system are closely connected with various conditions including assembly temperature, molar ratio of two components, solution concentration, and types of solvent. Different structure can be gained in the specific temperature and proportion. When depositing on carbon films of transmission electron microscopy (TEM) grids, 0.7~1 mg/mL is chosen as the solution concentration, while on a Si/SiO₂ wafer a concentration of 2~3 mg/mL is better. In both of the cases, toluene is the best solvent. Under certain experimental conditions, in Ni-Ag self-assembly experiment, we can get a large area of NaCl, A1B₂ and AB₁₃ types of superlattice lattices depositing on a TEM grid. But on the Si/SiO₂ wafers, we mainly find NaCl and AB₁₃ types of superlattice lattices. As for Ni-Au binary nanoparticle superlattices, large-area of A1B₂ type superlattice lattices and A₂B₃, AB₃ type bilayer metastable structures and a small-area AB₁₃ type superlattice lattice can be found on the TEM grids. In addition, the number of noble metal nanoparticles and the distance

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库