

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	デンドリマーを鋳型とした金属サブナノ粒子の合成配列制御
Title(English)	
著者(和文)	平野 勲
Author(English)	Isao Hirano
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9264号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山元 公寿,小坂田 耕太郎,山口 猛央,成毛 治朗,宍戸 厚
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9264号, Conferred date:2013/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻:	化学環境学	専攻
Department of		
学籍番号:		
Student ID Number		
学生氏名:	平野 勲	
Student's Name		

申請学位(専攻分野):	博士 (理学)
Academic Degree Requested	Doctor of
指導教員(主):	山元 公寿
Academic Advisor(main)	
指導教員(副):	
Academic Advisor(sub)	

要旨(和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

将来の科学技術の中核をなす分野の一つとしてナノテクノロジーは大きく注目されている。ナノテクノロジーはナノデバイス、ナノツール、ナノ構造材料と大別され、それらは相互に干渉し合い、著しく発展し続けている。中でも金属ナノ粒子、カーボンナノチューブや量子ドットといったナノ構造材料は、サイズ効果によって他に見られない独特の物性が生まれるため材料科学、生命科学、エレクトロニクス、機械工学など幅広い分野にわたり新しい用途や素子への応用研究が行われている。これにより、ナノテクノロジー最先端の研究の一つとなっている。ナノ構造材料の中で注目されている一つにデンドリマーが挙げられる。このナノメートルサイズの材料は中心から規則性を有した段階的に放射状に分岐した構造を有している。これにより直鎖状や架橋高分子と異なり、タンパク質のような単一分子量の高分子である。また、コア、骨格、末端に位置特異的に官能基を導入することができ、これによりナノスケールでの分子構造制御を可能とし新規ナノ構造材料の創製が期待される。本研究では、多数の芳香環からなる剛直な骨格を有しイミン窒素原子上の非共有電子対を利用し、幾何学的樹状骨格の位置と個数を決めて精密に金属を錯形成させることができるフェニルアゾメチン骨格を有するデンドリマー(DPA)を鋳型としたナノリアクターから様々な構成する金属の原子数を制御した金属サブナノ粒子の合成とその配列制御を目的とした。第1章の「ナノ粒子の合成と応用」ではナノ粒子の定義について述べそして現在まで報告されている合成方法、配列方法、応用例を概説し、さらに凝集といったナノ粒子の問題点についても触れ本研究の意義を示した。第2章の「デンドリマーの合成と応用」ではデンドリマーについての特徴から応用まで概説し、4世代DPA(DPAG4)の合成及びDPAG4との様々な金属との精密金属集積によるDPAG4-金属錯体を調整した。第3章の「統計学による基板表面上のデンドリマー粒子の配列制御」では基板上での簡便なサブナノ金属ドットパターン作製を目標とし、スピニングによるMica基板上でのDPAG4単分子ドットを可能にする最適なパターンニング条件を統計解析により相関関係を導き出し、DPAG4単分子ドットパターン形成に影響を与えるパターンニング条件を吟味した。その相関関係に基づき、多変量解析および重回帰分析によりDPAG4単分子ドットパターン形成する統計解析条件を計算し、その条件でDPAG4単分子ドットパターンを基板上に配列させることに成功した。さらに任意のパターンニング条件においても統計解析により予測することに成功した。第4章の「基板上に配列したデンドリマー金属錯体の応用」では第3章により導き出したスピニングによる基板上でのDPAG4ドットパターン配列制御に基づきDPAG4-金属錯体を基板上に配列した。金属種および金属集積量を調整したDPAG4-金属錯体ドットを鋳型としてサイズ制御された金属酸化ナノドットを基板上に配列することに成功した。その金属酸化ナノドットの応用として、パターンニングおよび金属集積量により粒径が制御された Fe_2O_3 ナノドットからCVD処理直径および高さが制御されたカーボンナノチューブの合成に成功した。同様にGa203ナノドットからはアンモニアガスによる窒化処理によるGa₂Nナノドットの配列に成功した。第5章の「金属サブナノドットの形成法の開発」では精密にサイズ制御されたナノ粒子の2、3次元での配列制御を目的として、ミセルの利用・非金属集積デンドリマーを利用・メソポーラスシリカの利用の3つのアプローチについて述べている。白金サブナノ粒子を内包したDPAG4と界面活性剤からミセル溶液を調整し、スピニングによりミセル粒子同士の静電反発により基板上に単分子のミセル粒子を配列させて白金ナノドットを得ることに成功した。次にDPAG4と類似構造の非金属集積デンドリマーとの共吸着により単分子膜を形成させた。DPAG4の割合によりDPAG4-ガリウム錯体を孤立化させ基板上に金属酸化ドット形成させることに成功した。3次元中空の細孔を有するメソポーラスシリカ(MCM-41)へDPAG4-金属錯体(AuCl_3 、 GaCl_3)を簡便に担持することに成功した。これを鋳型としてサブナノサイズの金および酸化ガリウムナノ粒子の合成を可能にした。さらに酸化ガリウムのサイズを制御し、発光スペクトルを観測した。サイズの減少とともに発光強度、バンドギャップの増加が観測され酸化ガリウムの量子サイズ効果の発現を初めて見出した。第6章「総括」では本論文で述べた研究成果を総括した。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を2部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 2 copies of 800 Words (English).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	化学環境学	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(理学)
学籍番号 : Student ID Number			指導教員 (主) : Academic Advisor(main)		山元 公寿
学生氏名 : Student's Name	平野 勲		指導教員 (副) : Academic Advisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This thesis summarizes that the deposition control of subnanometer metal nanoparticles prepared by phenylazomethine dendrimers (DPA). Chapter.1 reviews that recent preparation methods, pattern formations and their applications. Chapter.2 reviews that the synthesis of DPA and the precise metal incorporations of DPA with various metal ions. Chapter.3 reviews that statistical analyses were applied to predict the dendrimer array formation using a spin-casting. All the simulation results of the dot patterns of DPA by a statistical analysis were consistent with the actual experimental values formulated under the predicted conditions. Chapter.4 reviews that the applications of DPA-metal complexes on the substrate; it was attempted to fabricate carbon nanotubes (CNTs) size-controlled in diameter and height by the Fe₂O₃ nanodots deposited on the bare silicon substrate, whereas deposit GaN nanodots from the size-controlled Ga₂O₃ nanodots on the substrate by the nitradation. In chapter.5, we supposed the following 3 approaches to deposit the size-controlled subnanometer metal particles. 1. Pt nanoparticles prepared by DPA could be dissolved in an aqueous media by the micellization of DPA-Pt. Deposition of the Pt nanoparticle loaded DPA micelle aqueous solution successfully afforded Pt nanodots on the substrate. 2. The DPA-GaCl₃ molecules and the non metal-assembling dendrimer molecules could be co-absorbed on an HOPG substrate. The mixing ratio of the dendrimer solution mixture was adjusted to inhibit any aggregation of DPA molecules in the monolayer on the substrate. The sub-nanometer Ga₂O₃ dots could be eventually isolated on the surface. 3. All the 2~3nm DPA-metal complex molecules could be supported in the 2-3nm pore-sized meso porous silica. The simple preparation of ~1nm metal and metaloxide particle-loaded meso porous silica composite materials were successfully prepared by using DPA-metal complex molecule-loading silica composite materials. Subnanometer Ga₂O₃ particles obtained from the metal-assembling DPA complexes into the silica meso pore channels eventually brought the controls of a photoluminescent property.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 2 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 2 copies of 800 Words (English).

of doctoral theses, not disclosed to a third party. When you submit your doctoral thesis electronically, partial data (e.g. only one chapter) is available if you want.