



Title	Study on electrophoretic deposition of organic nanoparticles toward optoelectronic device application
Author(s)	全, 現九
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48719
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	ジョン 全 ヒョン 現 グ 九
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 1 5 7 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 19 年 9 月 26 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科応用物理学専攻
学 位 論 文 名	Study on electrophoretic deposition of organic nanoparticles toward optoelectronic device application (光電子素子への応用を目指した有機ナノ粒子の電気泳動堆積膜に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 准教授 朝日 剛 (副査) 教 授 民谷 栄一 教 授 萩行 正憲 教 授 尾崎 雅則

論 文 内 容 の 要 旨

Construction and manipulation of organic nanostructures have been a key issue in the research fields of molecular electronics and photonics. Recently, to use nanoparticles as building blocks of nanostructures have attracted much attention because nanoparticles show unique electronic and optical properties which differ from those of both molecules and bulk materials. In this thesis, I proposed and demonstrated a new methodology for the fabrication of nanoparticle assembled film by combining nanoparticle preparation by laser ablation and electrophoretic deposition.

Nanoparticle colloids of organic dye compounds were prepared by irradiating nanosecond laser pulses to microcrystalline powder in water. Nanoparticles with different particle sizes (from 30 nm to 120 nm) and crystalline phases were obtained by changing the wavelength and the fluence of laser pulses. The prepared colloids were stable without any surfactants, which is due to a high surface charge of nanoparticles.

The colloidal nanoparticles were deposited into a film on an electrode by electrophoretic deposition. Homogeneous films over almost the entire substrate surface on a cm-scale were obtained by controlling the applied bias, the deposition time, and the pH of the colloid. The film consists of size-regulated nanoparticles closely packed each other 3-dimensionally and many pores between particles. The film thickness varied in the range of 70 to 200 nm by changing the deposition time and the concentration of colloids.

Quinacridone nanoparticles with different particle sizes and crystalline phases were deposited into thin films. The film thickness dependence of the absorption showed that the porosity of the film varied with the particle size in the range of 15 to 30 vol %. The quinacridone nanoparticle films showed a p-type photoconduction property which is similar to that of a conventional film by vacuum deposition. These results demonstrate that nanoparticle film by electrophoretic deposition can be used in investigation of the electronic properties of organic nanoparticles depending on the size and crystalline phase.

The nanoparticle film with a nano-porous structure was applied to an organic solar cell. By casting a polymer

solution on nanoparticle film of fullerene and titanyl phthalocyanine, a mixed film having an interpenetrating network structure of the nanoparticles and the polymer domains was constructed. The mixed film secured percolating pathways of charges to electrodes. This result shows that the nanoparticle film by electrophoretic deposition is useful in application to highly efficient organic solar cells.

This thesis shows that the proposed fabrication method is useful to study electronic and optoelectronic properties of various organic nanoparticles. The method has strong potential in constructing organic nanostructures for novel electronic and optoelectronic device applications.

論文審査の結果の要旨

有機エレクトロニクス、フォトニクスの分野においてナノ構造を制御した薄膜作製は重要な課題であり、近年有機ナノ粒子を構成要素とした機能性薄膜の研究が活発になっている。本論文は、サイズや結晶相を制御した有機ナノ粒子の薄膜を作製する新しい手法を提案し、電極表面上に均一な多孔質有機薄膜の作製を実現している。主な成果を以下にまとめる。

(1) 有機色素やフラーレンの微結晶を液中レーザーアブレーション法によって微細化し、サイズや結晶相を制御して安定なナノコロイド分散液が作製できることを示している。電気泳動電着法により、作製したコロイド溶液からナノ粒子を電極基板上に薄膜化させることに成功し、印加電圧や電圧印加時間およびコロイド溶液の酸性度などの作製条件を最適化することによって、電極基板表面に全体に渡ってナノ粒子が緻密に堆積した均一な薄膜が作製できることを示している。また、電着時間やコロイド濃度によって膜厚を数 10 から数 100 nm の範囲で連続的に制御できることを示している。

(2) 代表的な有機顔料であるキナクリドンについて、サイズや結晶相が異なる種々のナノ粒子コロイドを作製し、電気泳動電着によってコロイド粒子のサイズや結晶相の変化させることなく電極表面に薄膜化できることを示している。また、作製した薄膜の電子顕微鏡観察と分光測定から、薄膜がナノメートルスケールの空隙を有する多孔質薄膜であること示し、さらに薄膜の多孔性が粒子サイズに依存することを明らかにしている。また、ナノ粒子薄膜の光電流特性を一般的な真空蒸着膜の場合と同様の方法で測定、評価できることを確認し、本手法で作製した薄膜を用いて有機ナノ粒子の電子・光電子特性の評価が可能であることを示している。

(3) ナノ粒子薄膜が多孔質であることに着目し、ナノ粒子薄膜の高効率有機太陽電池セルへの展開を提案している。フラーレンやフタロシアニンナノ粒子薄膜に伝導性ポリマーをキャストすることによってナノ粒子/伝導性ポリマー混合膜を作製し、その光電流特性の評価を行っている。作製した混合膜中において、ナノ粒子とポリマー間の相互浸透ナノ界面が形成されていることを明らかにし、ナノ粒子薄膜が高効率な太陽電池セルの作製に有効であることを示している。

以上のように本論文は、レーザーアブレーション法による有機ナノ粒子作製と電気泳動電着法を組み合わせることで、サイズや結晶相を制御した新しいナノ粒子の薄膜手法を提案し、その有効性を実験的に示している。その成果は、応用物理学、特に有機エレクトロニクス・フォトニクスに寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。