

有機修飾酸化チタン単粒子膜の積層による構造色発現

- 粒子径と修飾鎖の影響 -

(埼玉大工¹・(株)アルビオン 研究部 メイク製品研究G²・埼玉大院理工³)
 ○坂本 将真¹・山崎 彩音¹・渡邊 有咲²・佐々木 勝行²・小林 央典²
 ・平井 公德²・藤森 厚裕³

Occurrence of structural color by layering organo-modified titanium oxide

single particle layers -Effects of particle size and modification chain-

(¹Fac. Eng., Saitama Univ., ²Product Res. and Devel. Dr., ALBION Co., Ltd., ³Grad. Sch. Sci. Eng., Saitama Univ.) ○Shoma Sakamoto,¹ Ayane Yamazaki,¹ Arisa Watanabe,² Katsuyuki Sasaki,² Hisayoshi Kobayashi,² Kiminori Hirai,² Atsuhiro Fujimori³

Abstract: The surface of inorganic nanoparticles was modified with organic molecular chains to prepare a monolayer on the water surface. The monolayer was layered to various thicknesses to achieve a gradation of structural color. The particle diameter varied from 5 to 15 nm, and polymerizable or hydrogen-bonding functional groups were introduced into the modified chains to examine the dependence.

Keywords: Structural colors, Single particle layers, Titanium oxide, Organo-modification, Layering

【序論】 サンスクリーン中に於ける紫外線散乱剤と紫外線吸収の関係は、ファンデーション中の無機顔料と有機顔料の関係に似ている。前者は紫外/可視光の散乱(時に干渉)を主に、後者はその吸収を利用している。本研究では、表面改質(有機修飾・親油化)を施した^{1,2)}紫外線散乱性ナノ粒子による構造色発現に加え、修飾鎖中の π 共役系による発色を両立する分子性色材膜の創出に取り組んだ。

【実験】 粒径 15 nm の酸化チタン(TiO_2)ナノ粒子の表面に、10, 12-ペンタコサジン酸による表面修飾を施した。有機修飾 TiO_2 を水面上の単粒子膜とし、その後 Langmuir-Blodgett(LB)法により厚みを系統的に変えた階段状累積膜として、構造色のグラデーション膜を得た。その後 UV 照射と熱処理で、修飾鎖間の重合と色相転移を行った。

【結果と考察】 Figure 1(a)には、基板を横方向に 3 mm ずつずらして積層し、系統的に厚みを変えた、階段状 LB 膜の写真を示した。ここでは明瞭な構造色を示すグラデーション膜が得られた。この累積膜に UV を照射し、更に加温処理を行うと、段階的な色調変化はそのままに、色相転移が見られた。この際の紫外可視吸収(Uv-vis)スペクトルでは、UV 照射後に青色に相当する、650 nm 弱に極大吸収値を持つ波形が得られ、熱処理後には赤色に相当する 550 nm 付近に極大値を持つ波形が得られた(Fig. 1(b))。散乱と吸収による発色が両立したと考えられる。

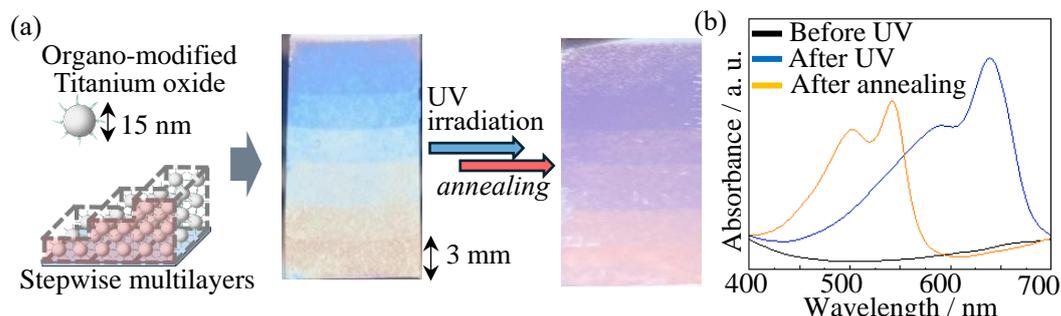


Figure 1. (a) Schematic illustration of stepwise multilayers fabricated in this study and photographs of corresponding films of organo-modified TiO_2 before and after UV irradiation/annealing. (b) UV-vis spectra of LB multilayers of organo-modified TiO_2

References:

- 1) Y. Yamagishi, S. Sakamoto, Y. Hasunuma, A. Fujimori, *ChemistrySelect*, **2024**, *9*, e202403262.
- 2) Y. Hasunuma, S. Sakamoto, Y. Yamagishi, A. Fujimori, *J. Oleo Sci.*, **2025**, *74*, 107-121