

ガス中レーザーアブレーション過程での ナノ結晶集合体の階層構造形成

Formation of hierarchical nano-structure

during pulsed laser ablation in background gas

甲南大理工¹, 阿南高専² ◯梅津郁朗¹, 杉村陽¹, 吉田岳人²

Konan Univ.¹, Anan Nat. Coll of Tech.², ◯Ikurou Umezu¹, Akira Sugimura¹, Takehito Yoshida²

E-mail: umezu@center.konan-u.ac.jp

我々はこれまでにシリコンおよび酸化チタンのナノ結晶をガス中でのパルスレーザーアブレーション法で作製し、ナノ結晶とその集合体の形成過程を報告してきた。基板上的の堆積物は 4~5 nm の粒径をもつナノ結晶を基本単位として構成される。ナノ結晶の集合体構造は雰囲気ガス圧力が高くなる（または基板・ターゲット間距離が短くなる）につれて薄膜から柱状、カリフラワー状、繊維状と形状が変化する。これは基板上でのバリスティック凝集機構から基板・ターゲット間でのクラスター・クラスター凝集機構に変化するためであると言うモデルを提唱している。このような凝集体構造の変化は空孔度の変化に対応し、光触媒等へ応用する際には有用な特性となる。この凝集過程モデルを用いて酸化チタンにおいて結晶構造と凝集体構造の制御に成功している。凝集体構造の一例を図 1 に示す。これまでは凝集体構造の評価は図 1 のような SEM 画像の形状観察に頼っており、定量性に問題が残されていた。そこで本報告では酸化チタンの凝集構造に対して SEM 画像を 256 階調の明度に数値化し、凝集構造の定量的な解析を試みた。一方向の長さに沿って階調の自己相関関数を求めると図 2 に示すように、ある周期性を持つ事が見えてくる。場合によってはその周期性は非常に良い。ここではこの周期長を特性長とよぶ。図 3 はこの特性長の酸素及びヘリウム雰囲気ガス圧力依存性をまとめたものである。画像を 1 μm スケールで観察した場合にはサブミクロンスケールの、10 μm スケールで観察した場合にはミクロンスケールの特性長をもつことがわかる。このように一見不規則に見える構造も規則性のある階層構造をとり、その大きさは雰囲気ガス圧および基板・ターゲット間距離で変化という興味深い結果を得た。これは基板・ターゲット間で形成されるクラスター・クラスター凝集構造が、雰囲気ガス圧力で決定される特徴的な大きさを持ち、さらに基板上で構造を形成することを示唆する。

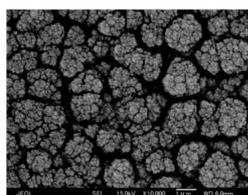


図 1

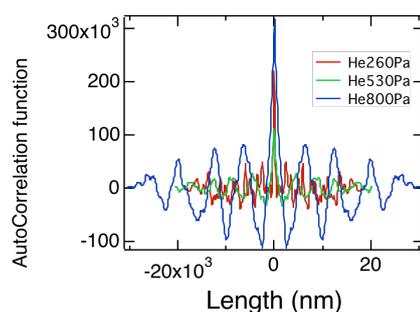


図 2

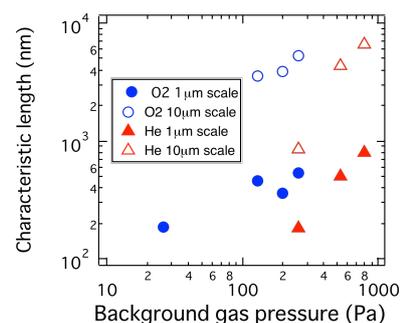


図 3