

キーワード

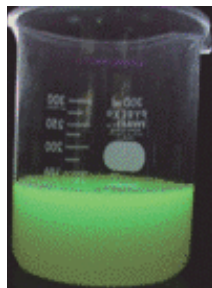
無機材料 ナノ粒子 蛍光体 人工骨 表面処理
アノード酸化 チタン アルミニウム 色材

Inorganic materials, nanometer-sized particles,
fluorescent materials, artificial bone, surface modification,
anodic oxidation, titanium, aluminum, coloring materials

研究内容

[1] 環境調和型合成法による無機酸化物ナノ結晶の合成

- 環境負荷の低い合成方法にてさまざまな無機酸化物ナノ粒子を合成することに成功している。
- 環境調和型合成法で単相の無機化合物はもとよりドーピング、固溶体、複合酸化物などが作製でき、汎用性の高い合成法といえる。
- 環境調和型合成法により、100℃以下の低温でMgO-ZnO系固溶体ナノ結晶を作製でき、この固溶体ナノ結晶は、構造単位が最安定相とは異なる準安定相として存在し、焼成とともに最安定相に徐々に移行するため、結晶化学的見地からも非常に興味深い結果を得ている。
- 環境調和型合成法で、可視光光触媒材であるInTaO₄:Niのほか、M^{III}M^VO₄ (M^{III}=La, Gd, Yb, M^V=Nb, Ta, V, P), ガーネット結晶(Y₃Al₅O₁₂)など、さまざまな複合酸化物ナノ結晶を合成している。
- M^{III}NbO₄ ナノ結晶はNbイオンの欠陥準位により青色発光し、M^{III}NbO₄:TbではTb³⁺イオンの4f-4f遷移による蛍光強度がホストにより強く依存することを明らかにしている。さらに、高濃度LaPO₄:Ceナノ結晶分散溶液(5wt%)を作製し(右図)、ガラス基板上にナノインプリントすることに成功している。
- Y₃M^{III}₅O₁₂:Ce³⁺ (M^{III}=Al, Gd, Yb, Laなど)において、結晶構造単位が大きくなるほど蛍光波長は長波長側へシフトし、これはY(Ce)12面体サイトの構造的歪みが大きくなるためであることをナノ結晶においてもはじめて見いだしている。



[2] チタンのアノード酸化による表面改質

- ハイドロキシアパタイト微粒子(HAp)を分散させた電解浴中でチタン板を火花放電下でアノード酸化することにより、HApが固着したアノード酸化皮膜を作製した。このものは細胞誘導能を有し、動物の大腿骨への埋入実験から埋入初期の接着強度が非常に高いことが明らかになった。また、皮膜表面に存在するミクロンオーダーの多数の細孔が骨芽細胞の足場となることがわかった。さらに、皮膜表面に100μmオーダーの規則的な細

孔を構築すると、細孔内に骨芽細胞が留置することが期待できるため、埋入初期の接着強度がより強固になると思われる。

- チタンワイヤを丸めた多孔質チタンワイヤボールを火花放電アノード酸化した骨補填材を作製した。このものを動物に埋入すると2週間後に細孔中に骨芽細胞が留置して新生骨が生成するのを確認した。さらに、人の骨とほぼ同等の弾性を有しており、1000回以上の繰り返し圧縮強度試験でもヒステリシスはほとんど変わらなかった。

[3] 新規な高機能性色材の開発

- アルミニウムアノード酸化皮膜(AAO)中の規則的なナノポア中に貴金属ナノロッドを電析させると、見る角度により色彩が異なるフリップフロップ現象が発現することを見いだした。さらに、多層膜色彩解析することで、色彩を定量的に計算することにも成功した。
- AAO中のナノポアに無機ナノ蛍光体を電析させて、意匠性の高い建材を作製した。

最近の業績

- [1] R. Sakurai et al : Titanium wire ball treated in alkaline solutions, Mater. Technol., **31**, 12(2013).
 - [2] R. Sakurai et al : Preparation of SrTiO₃ film by micro-arc oxidation of titanium plate, Mater. Technol., **30**, 175 (2012).
 - [3] A. Fujimi et al : Preparation of titania nanotubes by anodic oxidation in organic solution, Mater. Technol., **30**, 23 (2012).
 - [4] W.K. Park, et al : Fabrication of a PVP (Polyvinyl pyrrolidone)-assisted TiO₂ film using a high-concentrated TiO₂ nano sol and its optical properties, J. Ceram. Soc. Jpn., **119** 745 (2011).
 - [5] K. Shimada et al : Surface characteristics of titanium oxide film prepared by micro-arc oxidation: comparison of direct current electrolysis and pulse electrolysis, Mater. Trans., **52**, 1410 (2011).
 - [6] Y. Matsui et al : Preparation of YAG:Ce nanocrystals by environmentally friendly process effect of Ce³⁺ concentration on photoluminescent property, J. Ceram. Proc. Res., **12**, 348(2011).
 - [7] A. Shibata et al : New Development of Titanium Wire Ball as Vertebra Substitute, Mater. Trans., **51**, 1923(2010).
- 科学研究費 基盤研究 (C)代表 (平成21-23年度490万円) 骨芽細胞を誘導するアノード酸化チタン人工骨の創製
 - JST 地域イノベーション創出総合支援事業 代表 (平成20年度500万円) 「骨芽細胞を誘導できる高QOL型人工骨の開発」
 - NEDO ナノテク・先端部材実用化研究開発 分担 (平成18-20年度300万円) 「自己治癒力を誘導する抗感染性カテーテルの開発」
 - 特許出願 特開 2009-208680 「骨補填材」、特開 2008-237598 「ハイドロキシアパタイトとスターチからなる多孔質無機有機ハイブリッド材料およびその製造方法」 など