

液中電気泳動現象を利用した セラミックス成形

Ceramic Shaping Using **Electrophoretic
Phenomenon of Colloidal Particles** in Liquid

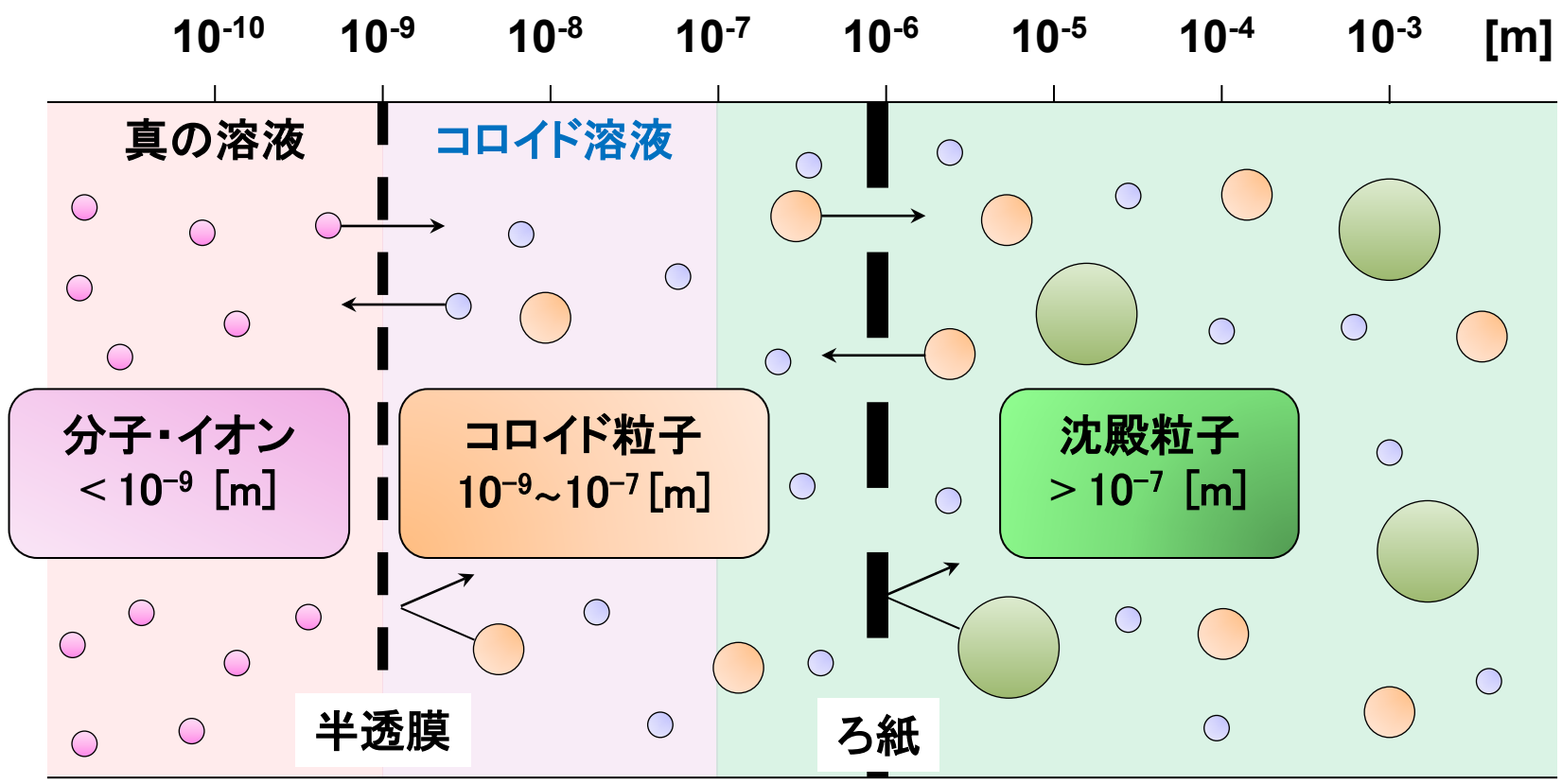
先端材料プロセスユニット・微粒子工学Gr.

打越 哲郎

* *E-mail: uchikoshi.tetsuo@nims.go.jp*

コロイド

コロイド粒子が他の物質中に均一に分散している状態



コロイド溶液中のコロイド粒子は、正または負に帯電していて互いに電氣的に反発しあっているため、コロイド溶液は沈殿せず、均一な液体状態を保っている。

コロイド溶液の性質

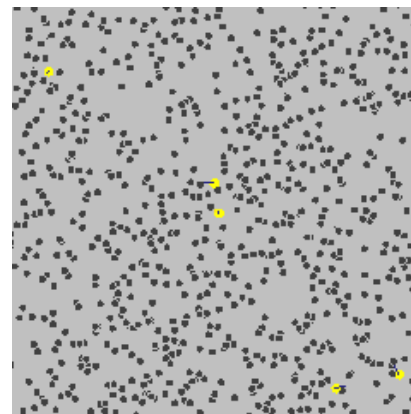
チンダル現象

コロイド溶液に横から強い光線を当てると、光がコロイド粒子によって散乱され、光の通路が光って見える現象。



ブラウン運動

コロイド溶液を限外顕微鏡で観察すると、コロイド粒子が光の点として不規則な運動をしているのが見られる。これは、溶媒分子が熱運動によりコロイド粒子に衝突することが原因の運動。これをブラウン運動と呼ぶ。

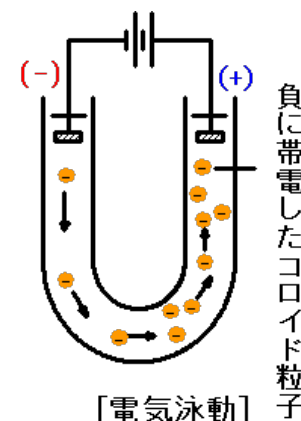


透析

半透膜によるコロイド溶液の精製操作。

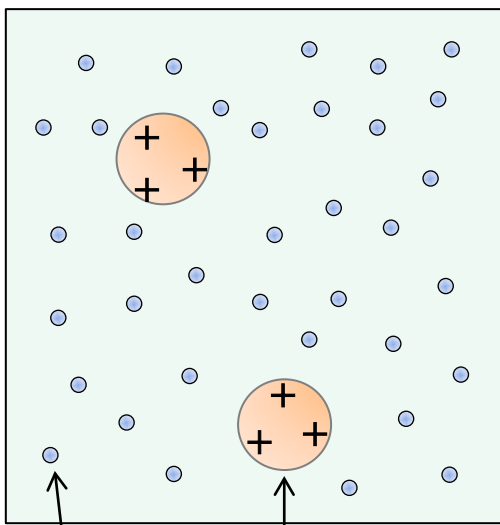
電気泳動

コロイド粒子は正負いずれかに帯電しているため、コロイド溶液に電圧をかけるとどちらかの電極に向かって移動する。この現象を電気泳動という。



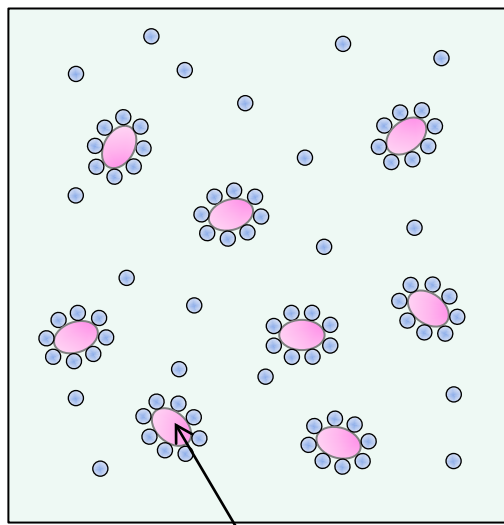
コロイド溶液の性質

疎水コロイド溶液



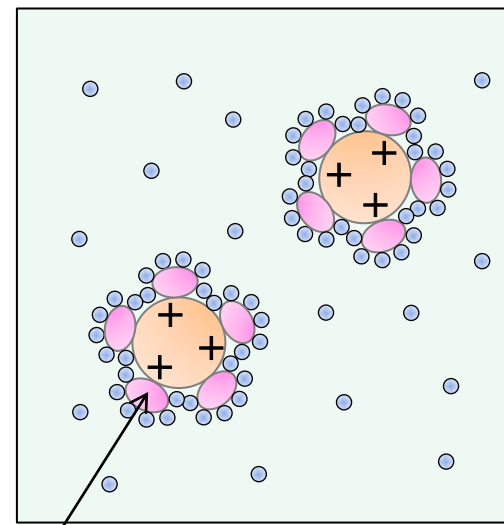
水分子 疎水コロイド

親水コロイド溶液



親水コロイド

保護コロイド溶液



親水コロイド(保護コロイド)

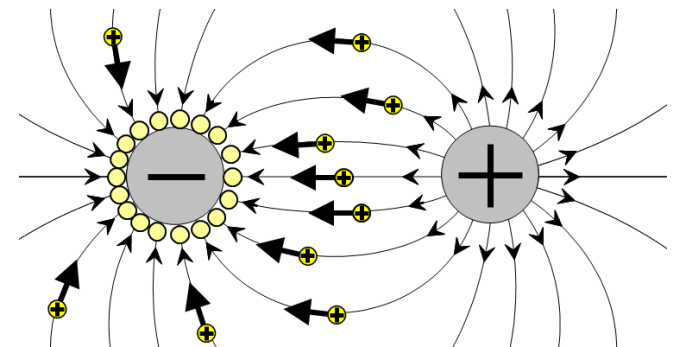
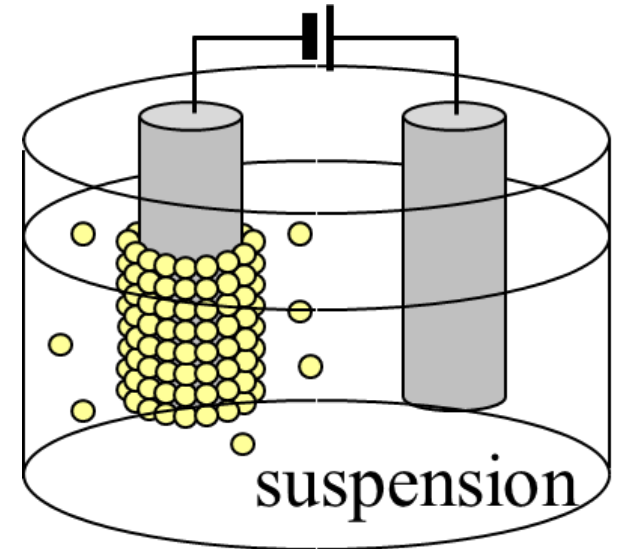
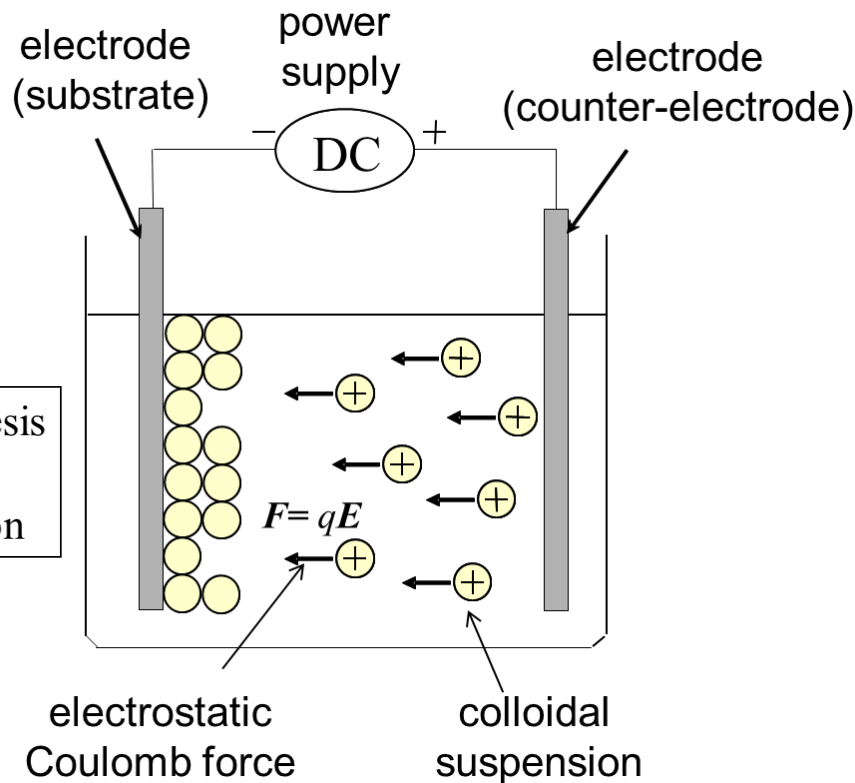
凝析

疎水コロイドが少量の電解質を加えることにより沈殿する現象。コロイド粒子と反対の電荷を持ち、価数の大きいイオンを持つ電解質ほど凝析力は大きい。

塩析

親水コロイドが多量の電解質を加えることにより沈殿する現象

電気泳動堆積プロセス electrophoretic deposition (EPD)



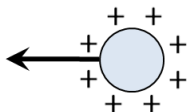
I. Electrophoresis
+
II. Coagulation

EPDプロセスの利点

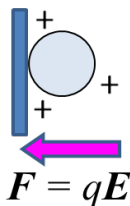
- 膜厚の制御された高密度な粒子コーティング
- 複雑形状の基材上へのセラミックスの直接成形
- 空間電位ポテンシャルの設計による粒子のマニピュレーション

EPDにおける電場の役割と粒子堆積のメカニズム

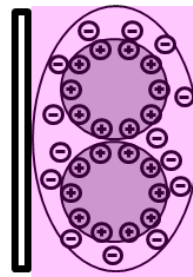
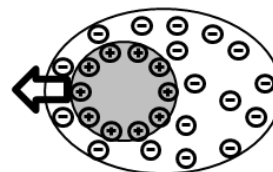
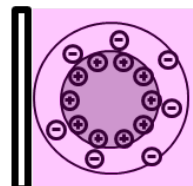
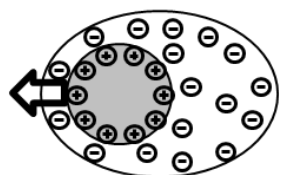
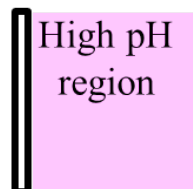
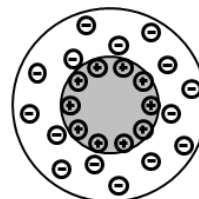
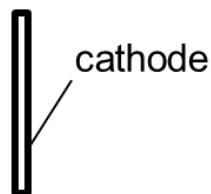
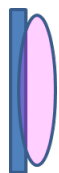
1. 帯電粒子の泳動



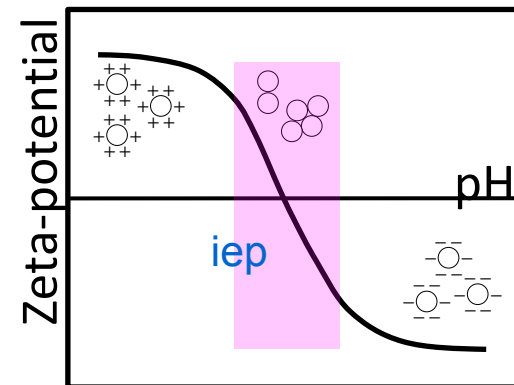
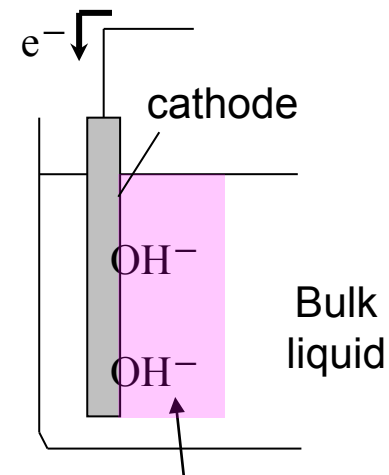
2. 電場力による圧密



3. 電極近傍pHの変化



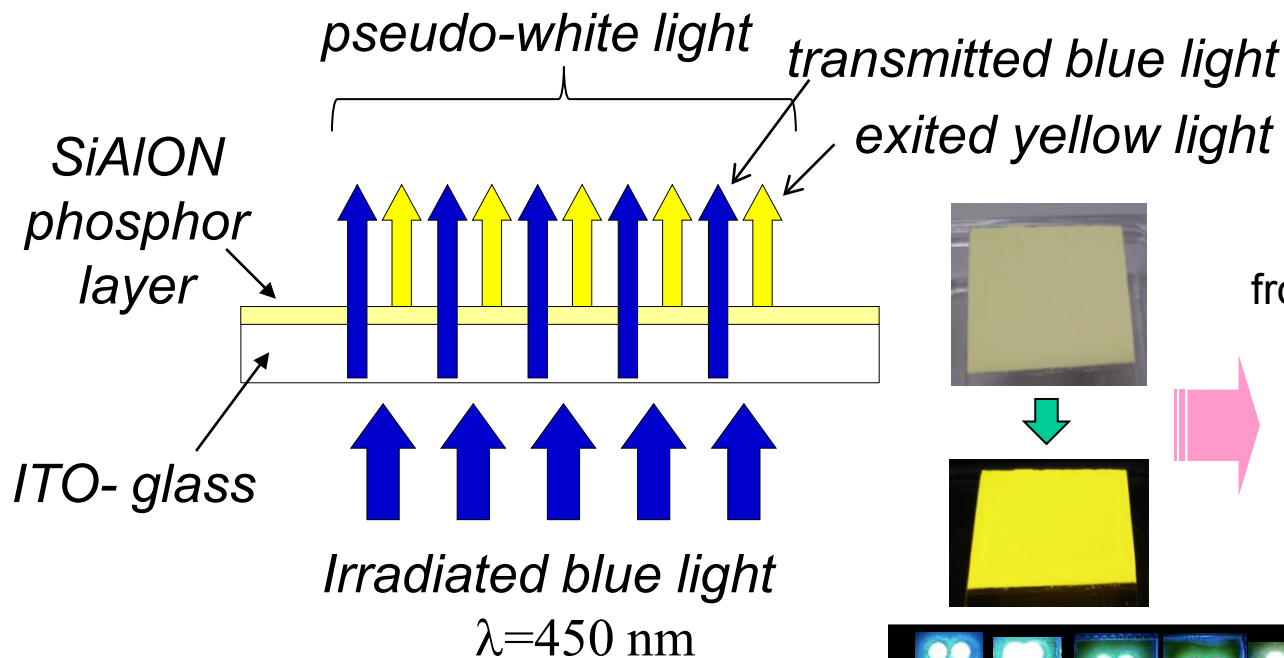
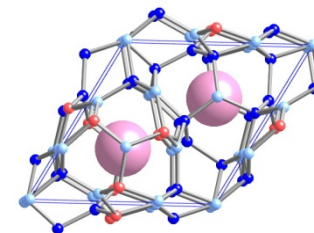
Coagulation by double-layer thinning



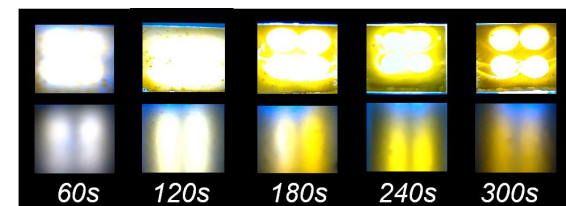
Matching is important

EPD法による膜厚制御と積層化

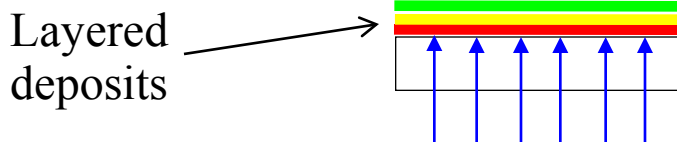
SiAlON phosphor



Pseudo-white light from blue-white to warm-white

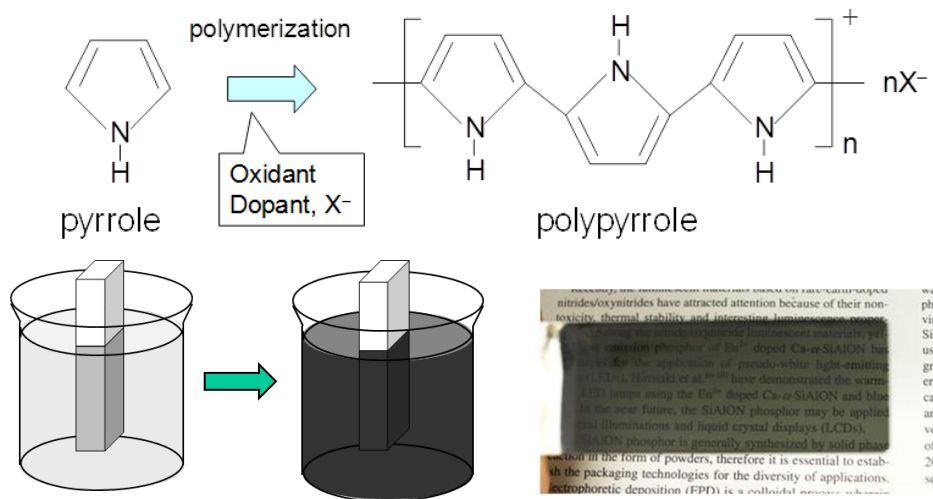


- β-SiAlON:Eu²⁺ (green-550nm)
- Ca-α-SiAlON:Eu²⁺ (yellow-585nm)
- CaAlSiN₃:Eu²⁺ (red-620nm)



非導電性基材へのEPD

Polypyrrole (conducting polymer) coating



Application for a dental crown
(Collaboration with a company)

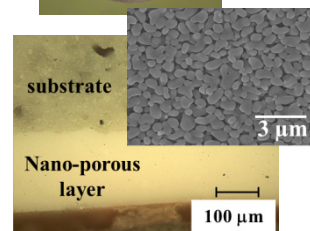
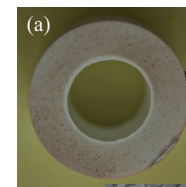
J.P.A. 2007-302627
J.P.A. 2007-244803



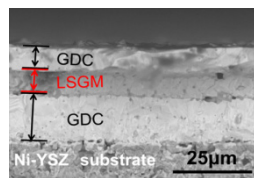
J. Ceram. Soc. Jpn., 114, 55 (2006)
J. Am. Ceram. Soc., 91, 1674 (2008)



Porous alumina tube

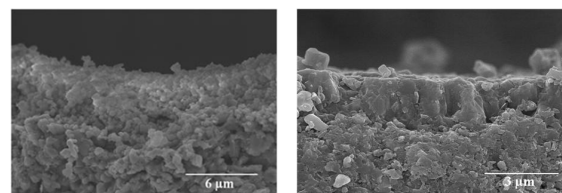


Porous NiO-YSZ



Anode-supported SOFC (GDC/LSGM/GDC layered composite)

J. Ceram. Soc. Japan, 117, 1246 (2009)



Zeolite L membrane

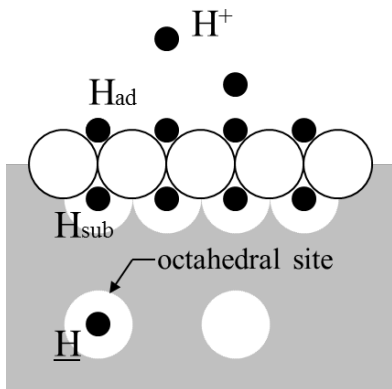
Chem. Industry, 697 (2011)

Alumina membrane

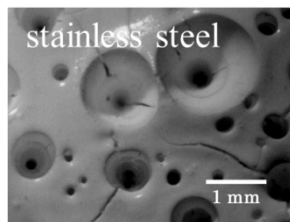
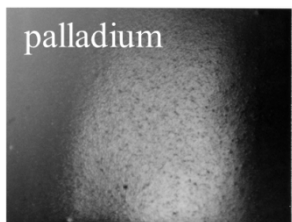
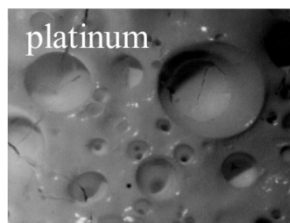
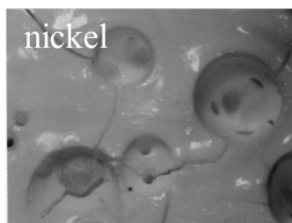
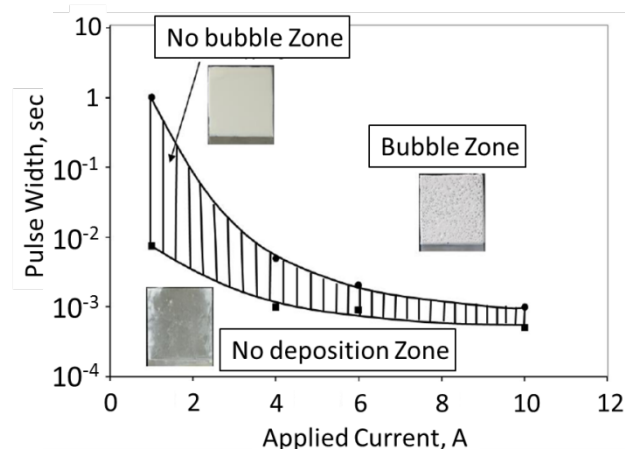
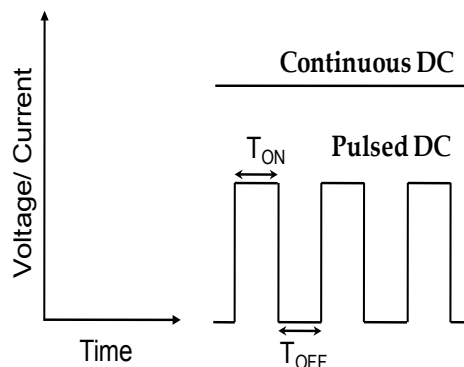
Surf. & Coat. Tech. **205**,
1922 (2010)

水系溶媒に適応したEPDプロセス

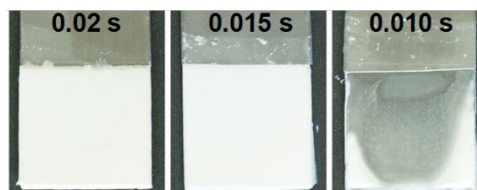
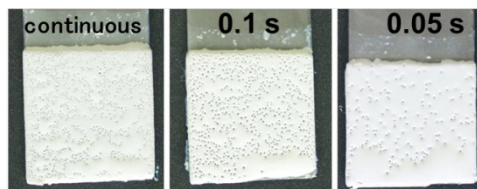
Use of Pd electrode



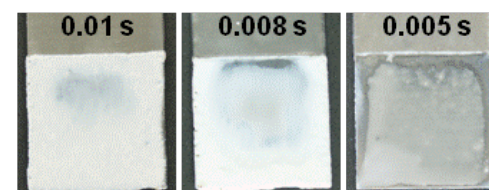
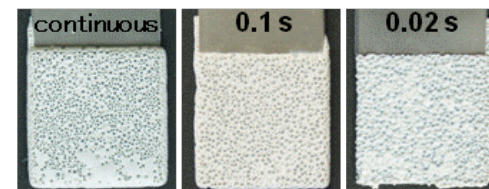
Use of pulsed DC



Cathodic deposition
(z.p. +45mV, pH 4.5)



Anodic deposition
(z.p. -50mV, pH 9.6)
* polyanion used

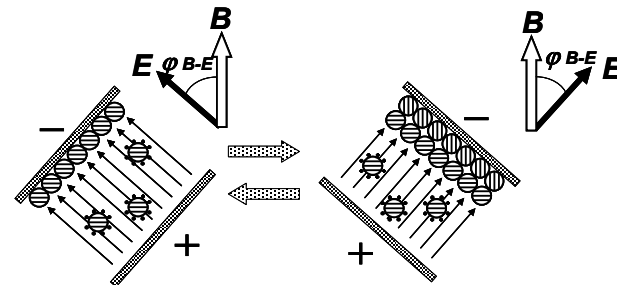
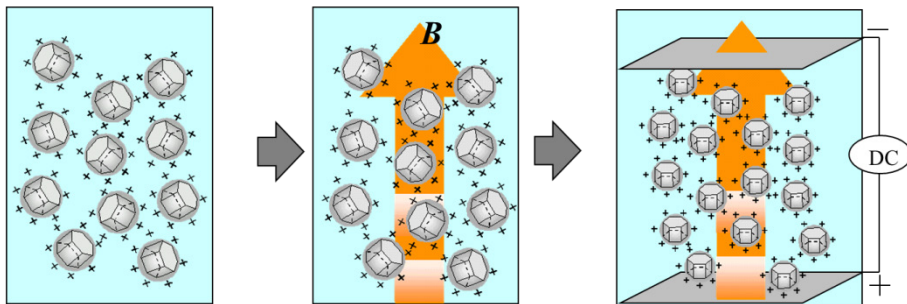


J. Mater. Res., 16, 321 (2001)

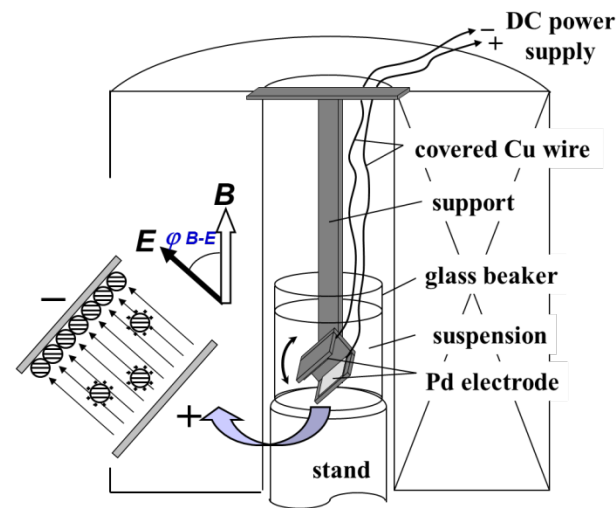
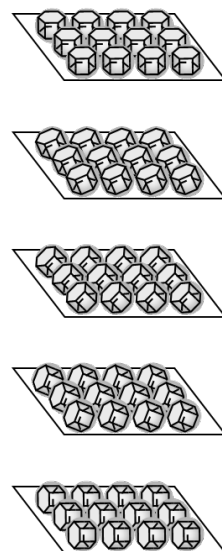
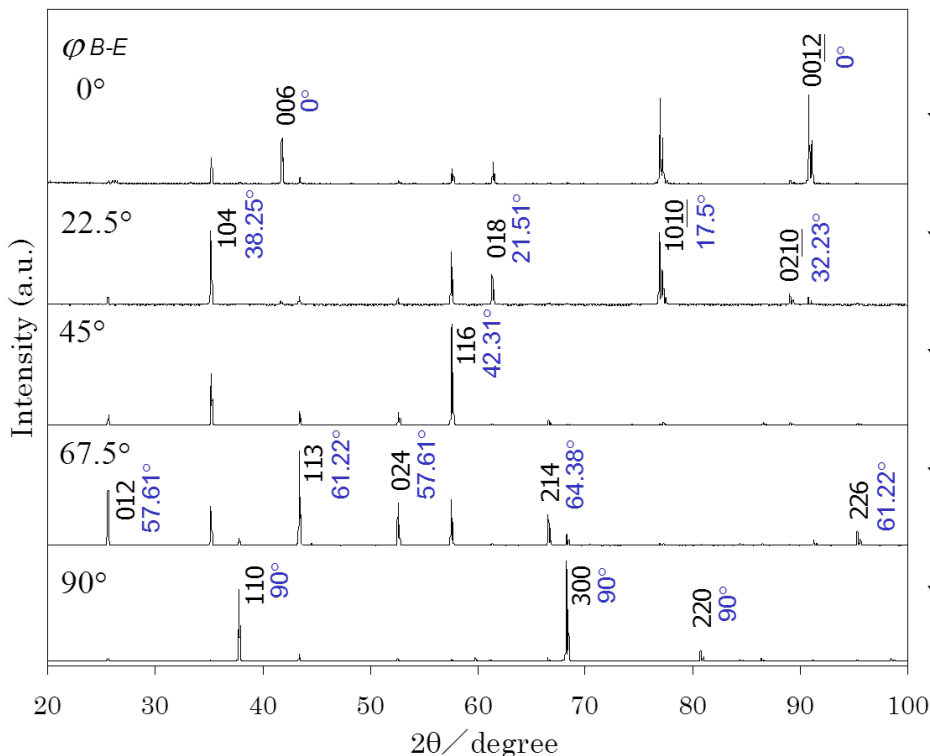
J. Am. Ceram. Soc., 91 3154 (2008), Jpn. Pat. No.4984059 (2012)

強磁場配向技術とEPDの融合 (MFA-EPD)

Electrostatic field × Magnetic field × Electric field

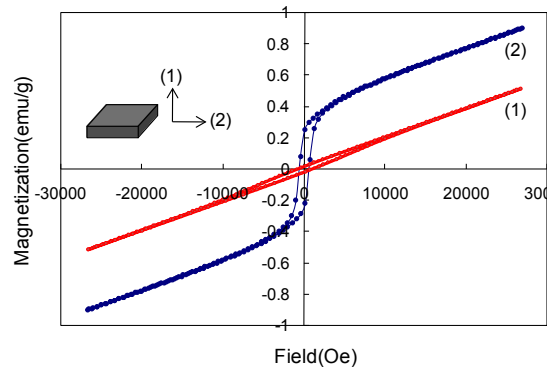
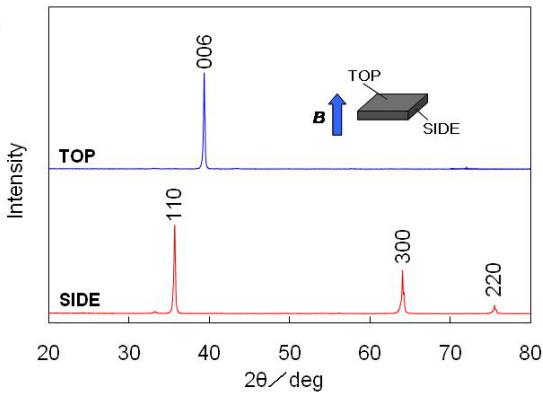


J. Mater. Res., 18, 254 (2003)
 J. Mater. Res., 19, 1487 (2004)
 J. Mater. Sci., 39, 861 (2004)
 J.P. No. 4635189 (2010), J.P. No.4576522 (2010)



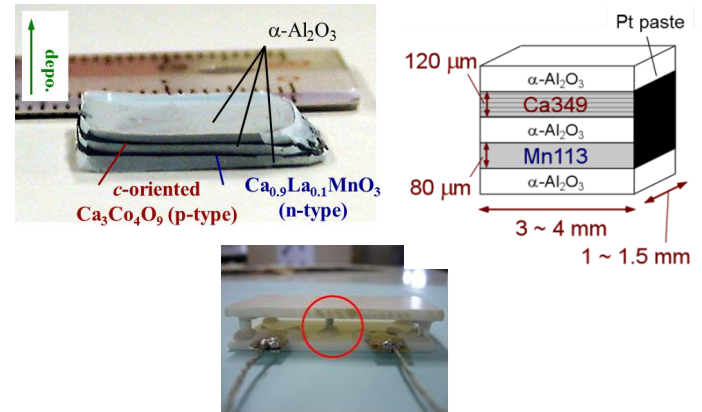
Orientation controlling by altering B and E
 Key Eng. Mater., 314, 25 (2006)

MFA-EPDによる配向組織の制御

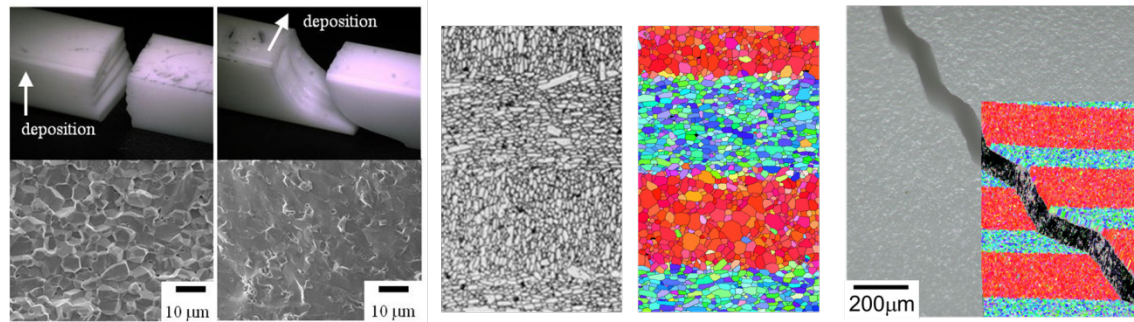
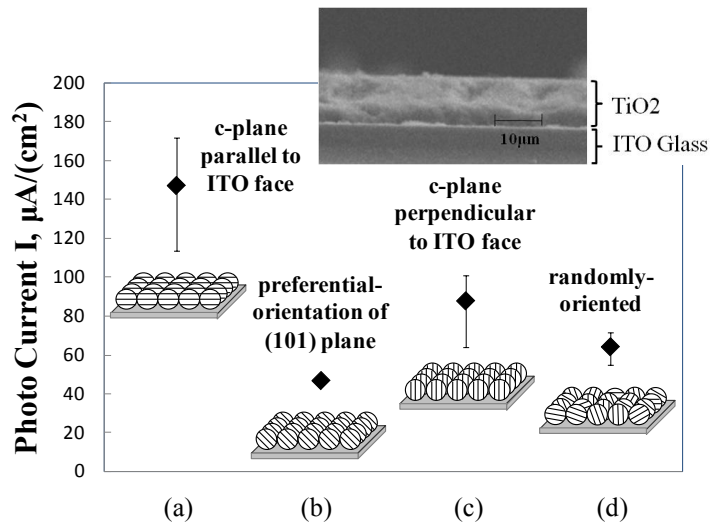


Anisotropic magnetic property of textured hematite

Key Eng. Mater., 507, 227 (2012), J.P. No. 4680272 (2011)



Application for a thermo electric module
Appl. Phys. Lett. 89 (2006) 081912.



Oriented anatase film for DSCC application

J. Am. Ceram. Soc., 92, 984 (2009), J.P.A. 2010-118149

Alumina laminar composite

J. Europ. Ceram. Soc., 26, 661-665 (2006).