

酸化亜鉛機能を生み出すフレキシブルコーティング技術

Tailor-inventing of a novel functional zinc oxide ceramics by a controlled flexible coating technique

高知工科大総研¹, 住友重機械工業(株)², 東北電子産業(株)³○山本 哲也¹, 野本 淳一¹ 牧野 久雄¹, 北見 尚久², 酒見 俊之², 佐藤 哲³Kochi Univ. Tech.¹, Sumitomo Heavy Industries, Ltd.², Tohoku Electronic Industrial Co., Ltd.³○Tetsuya Yamamoto¹, Junichi Nomoto¹, Hisao Makino¹,Hisashi Kitami², Toshiyuki Sakemi², Tetsu Sato³

E-mail: yamamoto.tetsuya@kochi-tech.ac.jp

酸化亜鉛 ZnO セラミックス (結晶構造: ウルツ鉱型、空間群: P63mc or C6v⁴、点群: 6mm or C6v) は、Zn-O 化学結合当たりの凝集エネルギー 1.89 eV (43.59 kcal/mol)、バンドギャップ 3.37 eV (@ 室温、波長: 375 nm)、高周波誘電率 4.0 (屈折率: 2.0)、励起子結合エネルギー 60 meV なる基本特性を有することで、電気・光学応用に富んだ物質である。

我々は、圧縮及び引張り応力下での薄膜可撓性をも睨み、多結晶薄膜に焦点を絞り、バルク及び表面敏感な機能を呈すべく、特性の顕在化を図る研究開発を実施している。主な成膜法は直流アーク放電を用いた Reactive Plasma Deposition (以下、RPD) である¹⁾。RPD は基板への飛来種 (正・負イオン、中性原子) やそのエネルギー制御を可能とさせる大面積・高速成膜法である¹⁾。ZnO は室温条件で結晶状態が得られる潜在特性を有し、RPD を適用させることで、数 10nm 膜厚でも多結晶薄膜を構成する結晶子配向制御が可能²⁻⁴⁾である。該コーティング技術は、耐熱性に難のあるポリマーフィルム基板上でも高配向薄膜を可能とさせる^{5,6)}。透明導電膜付き紫外線耐性ポリマーフィルムといった有機・無機物の複合機能の実現を可能とさせ、可撓特性も確認できた⁶⁾。

最近、RPD 成膜パラメータの制御により、キャリアの密度及び平均自由行程を操ることで、近赤外領域波長通信用低光学損失プラズモニクス用新規材料としての高機能顕在化に成功した⁷⁾。加えて極性を有する⁴⁾ ZnO の表面機能を活かした応用には化学センサーや抗菌材料が挙げられる。制御因子は活性酸素 (Reactive Oxygen Species (ROS): Superoxide, Peroxides, Hydroxyl radical, Singlet oxygen) である (図 1)。薄膜表面での ROS の存在やその特性を観察・検討する有効な手段として化学発光 (Chemiluminescence) があり、測定結果 (測定機器: CLA-FS4⁸⁾) についても紹介する。

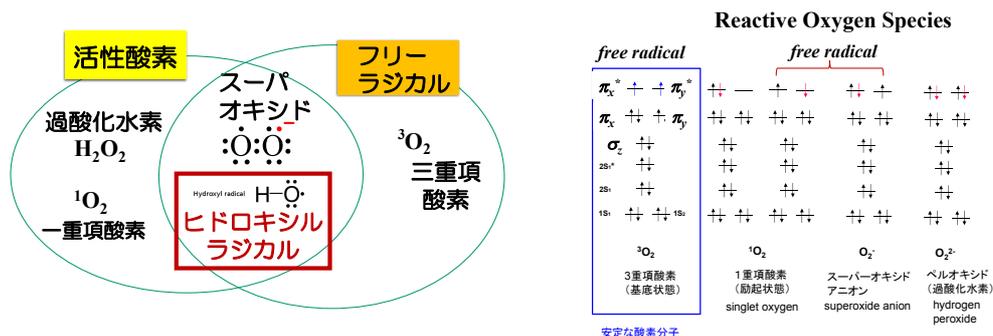


図 1. (a) 活性酸素とフリーラジカル基底酸素分子、(b) 3O_2 , 1O_2 , O_2^- , O_2^{2-} の軌道電子配置

参考文献:

- [1] T. Yamamoto, et al., J. Vac. Soc. Japan **60** (2017) pp. 292-299.
- [2] T. Yamada, et al., Appl. Phys. Lett. **91** (2007) pp. 051915-1-051915-3.
- [3] J. Nomoto et al., Nanoscale Res. Lett. (2016) 11:320 DOI: 10.1186/s11671-016-1535-1.
- [4] H. Song, et al., Appl. Surf. Sci. **433** (2018) pp. 1148-1153.
- [5] T. Yamamoto, et al., J. Soc. Inf. Display **16/7** (2008) pp.713-719.
- [6] K. Nagamoto et al., Thin Solid Films **520** (2011) pp. 1411-1415.
- [7] J. Nomoto et al., Sci. Adv. Mater. **9** (2017) pp. 1815-1821.
- [8] <http://www.tei-c.com/products/clana/index.html> (東北電子産業株式会社ホームページ内)