

プラスチック材料を基材とする酸化物結晶薄膜の作製： ゾルゲル転写技術の提案

Fabrication of Crystalline Oxide Thin Films on Plastic Substrates:

Sol-Gel Transfer Technique

関西大 ○幸塚 広光, 高橋 充, 新沼 航太, 天野 夏美, 濱野 亮介, 内山 弘章

Kansai Univ., ○Hiromitsu Kozuka, Mitsuru Takahashi, Kota Niinuma,

Natsumi Amano, Ryosuke Hamano, Hiroaki Uchiyama

E-mail: kozuka@kansai-u.ac.jp

演者らは最近、プラスチック基板上に酸化物結晶薄膜を作製する新しい技術を提案した[1-5]。この技術はゾルゲル法と転写に基づいており、図1に示すように、(i) シリコン基板上への有機高分子層の作製、(ii) 有機高分子層上への前駆体ゲル膜の作製、(iii) 焼成による前駆体ゲル膜の酸化物結晶薄膜への変換、(iv) 酸化物結晶薄膜のプラスチック基板への転写からなる。なお、ポリイミド (PI) 層や、PI とポリビニルピロリドン (PI) の混合層を有機高分子層として用いる。焼成は 500°C以上の温度で行い、焼成が薄膜の結晶化を保证する点に特長がある。転写は、加熱しておいたシリコン基板上の薄膜にプラスチック基板を押しつけて行われ、このとき、軟化したプラスチック基板表面が接着層として働く。

演者らはこれまでにこの方法によって種々のプラスチック表面に 60 - 660 nm 厚の TiO_2 、ITO、 ZnO 、 Fe_2O_3 薄膜を作製してきた[1-5]。厚さや焼成条件にもよるが、プラスチック表面に転写された薄膜は曲率半径 20 mm 程度まで曲げることができる。ローラーを使用すれば、湾曲したプラスチック基材上に薄膜を転写することもできる[4,5]。周期的な溝を掘ったシリコン基板を使用すれば、周期的に配列されたリボン状の酸化物薄膜を[1-5]、また、異種酸化物リボンが交互に配列したパターンをプラスチック基材上に作製することもできる[6]。

ポリカーボネート、アクリル、PET、ポリエーテルエーテルケトンのようにカルボニル基をもつプラスチック基材と転写された酸化物薄膜は良好な密着性をもつが、ポリエチレンやポリ塩化ビニリデンのようにカルボニル基をもたない基材との密着性は非常に乏しい[7]。ただし、後者の基材に UV/オゾン処理を施し、その表面にカルボニル基を生成させておけば、薄膜との密着性は向上する[7]。

前駆体ゲル膜をシリコン基板上に直接作製して焼成すると、酸化物薄膜はシリコン基板から剥離することができず、したがって、プラスチック基材に転写できない。すなわち、有機高分子層は酸化物薄膜の剥離を助ける。しかし、より高い温度で焼成して有機高分子層が完全に消失しても、酸化物薄膜はプラスチック基材に転写できる。例えば、1000°Cで焼成して作製されるルチル薄膜もプラスチック基材に転写できる。講演ではこの理由について検討した結果も述べる。

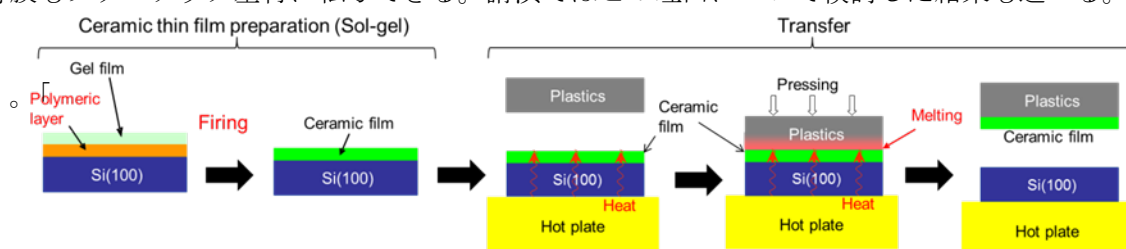


Fig. 1 Sol-gel transfer technique for preparing crystalline oxide thin films on plastic substrates.

- [1] H. Kozuka, T. Fukui, M. Takahashi, H. Uchiyama, S. Tsuboi, ACS Appl. Mater. Interfaces, **4**, 6415 (2012).
- [2] H. Kozuka, J. Mater. Res., **28**, 673 (2013).
- [3] 幸塚広光, 内山弘章, 福井隆文, 高橋充, 特許第 5924615 号
- [4] 幸塚広光, セラミックス, **51**, 496 (2016).
- [5] 幸塚広光, ゼルゲルテクノロジーの最新動向 (幸塚広光監修, シーエムシー出版) (2017) 第15章.
- [6] H. Kozuka, T. Fukui, H. Uchiyama, J. Sol-Gel Sci. Techn., **67**, 414 (2013).
- [7] N. Amano, M. Takahashi, H. Uchiyama, H. Kozuka, Langmuir, **33**, 947 (2017).