

# オンデマンドで創る！ レーザーセラミックスコーティング

光結晶成長を用いるオンデマンドセラミック製膜で基材へセラミック機能を付与

- ▶ 光結晶成長と印刷手法を用いるセラミックスのオンデマンド製膜
- ▶ 基材を選ばないフレキシブルセンサー・3D構造体上のセンサー機能付与
- ▶ 産業応用に向く高いスケーラビリティと高速製膜に加え高い資源効率を実現

## 大気下での局所的な結晶成長を可能にするPCSD技術

Photo-assisted Chemical Solution Deposition (PCSD)法



大気中で高速にセラミック膜を低温結晶成長(基材へ直接前駆体膜を塗布し光結晶成長)様々な材料を塗布手法の選択により様々な基材へ自在な対応が可能

<b>金属</b> ITO, ATO, RuO <sub>2</sub> フレキシブル太陽電池, ディスプレイ, 燃料電池セパレータ	<b>半導体</b> TiO <sub>2</sub> , WO <sub>3</sub> , MCN 光触媒, 光電極, サーマスタ
<b>絶縁体</b> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 耐食コーティング, 高耐電圧膜	<b>強相関</b> VO <sub>2</sub> , LSMO サーミスタ, 燃料電池, 赤外センサー, スマートウィンドウ
<b>誘電体</b> BaTiO <sub>3</sub> , PZT キャパシタ, エナジーハーベスタ	<b>光学</b> CsVO <sub>3</sub> , CaTiO <sub>3</sub> :Pr 高輝度照明, 植生環境配慮型蛍光体
<b>表面</b> ZrO <sub>2</sub> , MSn <sub>2</sub> など 低温・高速 + 高い汎用性	
<b>難接着樹脂接合</b> ../PFA, ETFE.	

高機能×省資源性×省エネルギー

## “極薄・極細”形状を問わない基材への直接センサ機能付与

樹脂上へのプリント製膜

シート型フレキシブル温度センサ

ファイバ型センサ

材料系を選ばないセラミックスの低温成膜により多様な基材へ対応

樹脂上へのセラミックスパターン形成

5μm厚極薄樹脂上へ形成したセラミックセンサーアレイ

φ15μm極細樹脂細線上へ形成したセラミックセンサー

- 基材選択性の拡大により、センサの極小化が可能
- 3D形状基材などへの直接機能付与によって新たなデバイス設計を可能に
- 微小塗布(nLオーダーの塗布量)による高い省資源性と省エネルギープロセス(1%以下の投入資源量、排出CO<sub>2</sub>量60%低下対スパッタ法)

Printed flexible capacitors

曲がるキャパシタ

印刷プロセスで高特性キャパシタを実現

フレキシブルBaTiO<sub>3</sub>/Ni(10μm)低温プロセスで金属基材の粒成長が無い、極めて屈曲性の高いフレキシブルキャパシタを実現

弾性変形率 / %

■ 基材の弾性変形特性

■ 基材特性を損なわない機能付与

■ インフラ・構造部材

■ 亀裂等健全性検知デバイス

金属基材の機械特性を維持し高屈曲耐性を維持する低温成膜

- PCSD法が基材金属の機械特性の変質を抑制し、高いフレキシブル性を有する金属基材デバイス設計が可能に
- 静電容量1μFcm<sup>-2</sup>以上、誘電損失7.5%以下の優れた特性と曲率0.75mmまでの曲面に設置可能な高い屈曲性を実現
- 埋込型セラミックキャパシタや構造ヘルスマonitoring用センサー等で活用が見込まれる圧電体/金属の極薄デバイスへ

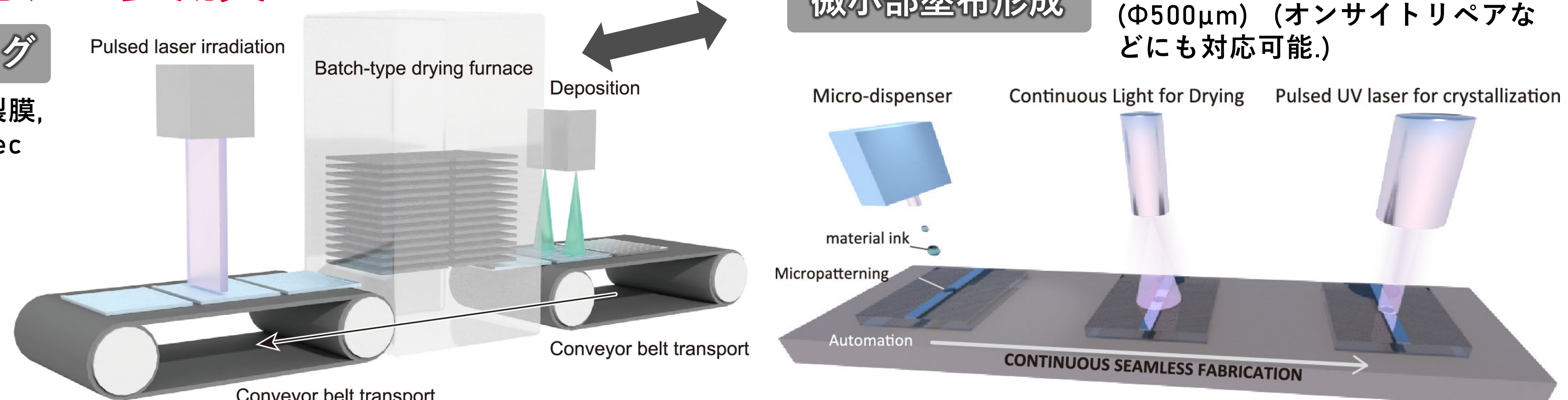
## 高いスケーラビリティと高速製膜

高い高速性、小さな装置フットプリント、大気中製膜手法的特徴を活かした新たなセラミックコーティング手法

大面積コーティング

例) シートtoシート製膜, 20 x 30cm : 10-20sec

様々な塗布手法、光源の選択により広範なスケールの対象に対応可能



### 連携可能な技術・知財

- 特許第16529023号 (2019/6/12)
- 特願2024-046506 (2024/3/22)
- 特願2024-046819 (2024/3/22)
- T. Nakajima et al., *Chem. Soc. Rev.* **2014**, 43, 2027.
- T. Nakajima et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2020**, 12, 36600.
- M. Fukuda et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2025**, 17, 52362.



エレクトロニクス・製造領域 製造基盤技術研究部門  
スマート薄膜プロセスデザイン研究グループ 中島 智彦, 福田 真幸, 北中 佑樹  
連絡先: t-nakajima@aist.go.jp

