

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		ベナール対流を利用した新規な自己組織化技術による高機能セラミック薄膜の創成			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of highly-functional ceramic thin films by novel self-organization technique based on Bénard convection			
研究氏 代 表 名 者	カナ字 CC	姓) ウチヤマ	名) ヒロアキ	研究期間 B	2013 ~ 2014 年
	漢字 CB	内山	弘章	報告年度 YR	2014 年
	ローマ字 CZ	Uchiyama	Hiroaki	研究機関名	関西大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		関西大学 化学生命工学部 化学・物質工学科 准教授			
<p>概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)</p> <p>本研究では、ゾルーゲル法により作製される酸化物(SiO_2、TiO_2)を対象とし、ベナール対流により膜表面に生じる「セル状パターン」の「高低差・幅」および「凹凸形状」をコントロールすることにより、ベナール対流を利用した酸化物薄膜パターンニング技術の確立を目指した。その結果、以下のことが明らかになった。</p> <p>①コーティング時の温度の影響</p> <p>ゾルーゲルで作製される SiO_2 薄膜を対象として、セル状パターンのサイズに「コーティング時の温度」が与える影響を調査した。温度を 25～100 °C の範囲で変化させて薄膜を作製した結果、「コーティング時の温度」が上昇するとベナール対流の原因である溶媒蒸発が促進され、パターンの高低差が増大することが分かった。従来の室温でのコーティングではパターンの高低差が 50～200 nm に限られていたのに対して、「コーティング時の温度」の調整により 50 nm～1.5 μm までの高低差制御が可能になった。また、対流が促進されたことで、単位面積あたりの対流数が増え、パターン幅が減少することが分かった。</p> <p>②コーティング液の表面張力の影響</p> <p>ゾルーゲルで作製される TiO_2 薄膜を対象として、セル状パターンのサイズに「コーティング液の表面張力」が与える影響の調査を行った。表面張力が比較的低い 2-プロパノール(表面張力:22.9 mN/m)を溶媒とするアルコキシド溶液に表面張力が高い液体成分としてプロピレングリコール(表面張力:38.6 mN/m)を滴下することで、表面張力の異なるコーティング液を調製した。このコーティング液から薄膜を作製した結果、「コーティング液の表面張力」の増大によってベナール対流による溶液の流動が促進され、膜表面に生じるパターンの高低差が増大することが分かった。従来のコーティングではパターンの高低差は膜全体の厚さの半分程度が限界であったが、表面張力の大きい液体を添加することで膜厚とほぼ同程度の深さのパターンが得られることが分かった。</p>					
キーワード FA	ゾルーゲル法	マイクロパターンニング	自己組織化	ベナール対流	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

We suggested the spontaneous pattern formation induced by Bénard-Marangoni convection triggered by solvent evaporation as a novel patterning process of sol-gel-derived ceramic films. Cell-like patterns were spontaneously formed on the surface of sol-gel films prepared via dip-coating process, where the surface patterns were linearly arranged parallel to the substrate withdrawal direction. Such highly-ordered micropatterns were achieved by Bénard-Marangoni convection and the unidirectional flow of the coating solution on the substrate during dip-coating. Here We investigated the effect of the coating temperature and the surface tension of coating solutions on the size of the cell-like patterns induced by Bénard-Marangoni convection.

(1) Effect of coating temperature

We prepared silica dip-coating films from the coating solutions of molar compositions, $\text{Si}(\text{OCH}_3)_4$: H_2O : HNO_3 : $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$: poly(vinylpyrrolidone) (PVP) = 1 : 2 : 0.01 : 5.4 : 0.7, where the coating temperature changed between 25–100 °C. The height of the cell-like patterns increased with increasing coating temperature, while the width decreased.

(2) Effect of surface tension

We prepared titania dip-coating films from the coating solutions of molar compositions, $\text{Ti}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4$: H_2O : HNO_3 : $i\text{-C}_3\text{H}_7\text{OH}$: $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ = 1 : 2 : 0.2 : 40 : x (x = 0–1.50). The surface tension of the coating solutions increased with increasing x . The height of the cell-like patterns increased with increasing x from 0 to 1.25. The further increase in x up to 1.50 led to a decrease in the height of the patterns. The width of the patterns increased with increasing x from 0 to 1.50.