บหาวิทยาลัยศึลปกลมร สังวนสิบสิทธิ์





รูปที่ ก.1 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่ระยะการพ่น 4 เซนติเมตร กวามเข้มข้น 0.05 โมลาร์ แรงคันทางไฟฟ้า 14 กิโลโวลต์ อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.2 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร กวามเข้มข้น 0.05 โมลาร์ แรงคันทางไฟฟ้า 14 กิโลโวลต์ อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.3 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่ระยะการพ่น 6 เซนติเมตร ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ แรงคันทางไฟฟ้า 14 กิโลโวลต์ อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.4 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 8 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.5 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงคันทางไฟฟ้า 10 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.6 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงคันทางไฟฟ้า 12 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.7 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.8 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงคันทางไฟฟ้า 8 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.9 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงคันทางไฟฟ้า 10 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.10 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 12 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.11 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.12 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 8 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.13 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งด้นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 10 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.14 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งดื่นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 12 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.15 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.16 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งดื่นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 10 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า





รูปที่ ก.17 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งดื่นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 12 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.18 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งดื่นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.19 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงคันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.20 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงคันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.21 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงคันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 2.0 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.22 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.23 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงคันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.24 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงดันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 2.0 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส และเวลาในการพ่น 1 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.25 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงคันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส เวลาในการพ่น 2 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า



รูปที่ ก.26 ภาพถ่าย SEM จากการพ่นสารละลายผสมตั้งต้นของ ScSZ ที่แรงคันทางไฟฟ้า 14 กิโล โวลต์ อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ระยะการพ่น 5 เซนติเมตร อุณหภูมิซับสเตรต 500 องศาเซลเซียส เวลาในการพ่น 3 ชั่วโมง (a) กำลังขยาย 100 เท่า, (b) กำลังขยาย 2000 เท่า, (c) กำลังขยาย 5000 เท่า, (d) กำลังขยาย 10000 เท่า

ภาคผนวก ข

เปอร์เซ็นต์ของเซอร์โคเนียม และสแคนเดียม จากการวัดโดยเทคนิค

Energy Dispersive X-ray Spectroscopy

ตำแหน่ง	% Zr	% Sc
1	78.64	21.36
2	78.03	21.97
3	79.87	20.13
4	77.41	22.59
5	78.68	21.32

ตารางที่ ข.1 ร้อยละ โดย โมลของเซอร์ โคเนียมและสแคนเดียมจากการวัด โดยเทคนิค Energy Dispersive X-ray spectroscopy

ทำการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าเฉลี่ยร้อยละ โคย โมลของสแคนเดียม
ค่าเฉลี่ยร้อยละ โคยโมลของเซอร์ โคเนียม
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสแกนเดียม
าาเบี้ยงเบนมาตรฐานของเซอร์โอเนียม ร้อยละโดยโมลของสแคนเดียมจะอยู่ในช่วง



ร้อยละ โคยโมลของเซอร์ โคเนียมจะอยู่ในช่วง

77.41 - 79.87

21.47%

78.53%

ภาคผนวก ค ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์จากงานวิจัยฉบับนี้



Abstract of The 3rd International Conference on Technological Advances of Thin Films & Surface Coatings, 11th-15th December 2006 Grand Copthrone Waterfront Hotel, Singapore (Oral Presentation)



Influence of Magnetic Field on Gd_{0.1}Ce_{0.9}O_{1.95} Thin Film Fabricated by Electrostatic Spray Deposition Technique

Manop Panapoy, Khongrat Tragolrat, Bussarin Ksapabutr

Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Nakorn Pathom 73000, Thailand

Abstract

As a cost-effective and promising simple deposition method, electrostatic spray deposition (ESD) involves the atomization of liquid precursor across an electric field, which is then sprayed into a heated substrate where it undergoes the decomposition and chemical reaction to form a solid film. In this work, gadolinium doped ceria is deposited onto stainless steel substrate. The effect of magnetic field on the deposition size of the emitted spray upon the

substrate has been investigated at various nozzle-to-substrate distances using two external

permanent magnets. The data show that the coating size on the substrate enlarges with increasing the distance between nozzle and substrate in the case of no external permanent magnets. Whereas two same north poles of permanent magnets are located at substrate, a decrease of coating size is obtained. On the other hand, the largest deposition sizes are presented using two opposite poles of permanent magnets during fabrication. Analysis of deposited films using SEM indicates the formation of the uniform and dense films. Additionally, films produced by ESD setup with two same north poles of permanent magnets are thicker than those fabricated with no external permanent magnets and two opposite poles of permanent magnets. The chemical analysis of the resulting thin films is examined by energy-dispersive X-ray technique. The observed chemical composition of deposited films is in a good agreement with these of the starting solution. Abstract of International Meeting on Developments in Materials, Processes and Applications of Nanotechnology (MPA-2007), University of Ulster in Belfast, UK (Poster Presentation)



Scandia Stabilized Zirconia Nanofibers by Sol-gel Processing and Electrospinning Technique

Khongrat Tragolrat, Manop Panapoy, Bussarin Ksapabutr*

Department of Materials Science and Engineering,

Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University,

Sanamchandra Palace, Nakorn Pathom 73000, Thailand

Abstract

Sol-gel processing and electrospinning technique were incorporated to fabricate polyvinylpyrrolidone /scandia stabilized zirconia composite nanofibers from solution containing polyvinylpyrrolidone and precursor solution of scandia stabilized zirconia. The as-spun and calcined PVP/ScSZ composite nanofibers were characterized by TGA, FT-IR, X-ray diffraction, and SEM measurements.

*Corresponding author. Tel.66-34-219-363; Fax.66-34-219-363;

E-mail address: <u>bussarin@su.ac.th</u> (B. Ksapabutr)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ถ	វក្ខត	นายกงรัตน์ ตระกลรัตน์	
ที่อยู่		29/9 ซ.จำเนียรสุข 3 ถ.เพชรเกษม แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่	
		กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10600	
ประวั	วัติการศึกษา		
	พ.ศ. 2547	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
		สาขาวิชาปีโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์	
		คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	
		มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม	
	พ.ศ. 2548	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต	
		สาขาวิทยาการและวิศวกรรมพอลิเมอร์	
UMÍ	Mena	มันท์ดวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร์ ไปปปลี่ไปสี่ไปไล้	

ผลงานวิจัย

1. Ksapabutr, B., Panapoy, M., Tragolrat, K. and Wongkasemjit, S., "Influence of Magnetic Field on $Gd_{0.1}Ce_{0.9}O_{1.95}$ Thin Film Fabricated by Electrostatic Spray Deposition Technique." <u>The 3rd International Conference on Advances of Thin Films and Coatings (Thin Films 2006)</u>, 11-15 December 2006, Singapore Grand Copthorne Waterfront Hotel, Singapore.

2. Tragolrat, K., Panapoy, M. and Ksapabutr, B., "Scandia Stabilized Zirconia Nanofibers by Sol-gel Processing and Electrospinning Technique.", <u>International Meeting on Developments</u> <u>in Materials, Processes and Applications of Nanotechnology (MPA-2007)</u>, 15 January 2007, University of Ulster in Belfast, UK,