ชุดวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคทางแสง

The Apparatus for Measurement of Thermal Expansion Coefficient by Optical Technique

บทความวิจัย

นางนพรัตน์ ครุฑเกิด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ 1) เพื่อสร้างชุดทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงผ่านช่องแคบเดี่ยว และ 2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้นโดยการวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของอลูมิเนียม (Al) และสังกะสี (Zn) ผลการศึกษาพบว่า 1)ชุดทดลองที่สร้างขึ้นประกอบด้วยวัสดุทดสอบติดช่องแคบเดี่ยวบีกเกอร์ น้ำ ชุดให้ความร้อน เทอร์โมมิเตอร์ และแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์และ 2) ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของอลูมิเนียมและสังกะสีที่วัดได้จากชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 22.7x10-6oC-1 และ 26.9x10-6oC-1 ตามลำดับโดยมีร้อยละของความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐานน้อยกว่าร้อยละ 5

คำรหัส : การขยายตัวเนื่องจากความร้อน สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน แสงเลี้ยวเบน

Abstract

The objectives of this work were to 1) construct the apparatus for measurement of metal’s thermal expansion coefficient by single-slit diffraction technique and 2) test the efficiency of the apparatus by measured the thermal expansion coefficient of aluminum (Al) and zinc (Zn). The results show that 1) the apparatus were composed of the test material attached to the single-slit, beaker, water, heater, thermometer and laser light source, 2) the thermal expansion coefficient value of aluminum and zinc from the constructed apparatus in this work was 22.7x10-6oC-1 and 26.99x10-6oC-1, respectively. The percentage error comparing to the standard of the apparatus was less than 5%.

Keywords : Thermal Expansion, Thermal Expansion Coefficient, Diffracted Light

บทนำ

การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Thermal Expansion) เป็นสมบัติสำคัญอย่างหนึ่งของวัสดุที่พบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การขยายตัวของสสารในหลอดแก้วที่เปลี่ยนไปตามอุณหภูมิด้วยอัตราส่วนคงที่ ซึ่งนำมาประยุกต์ทำเทอร์โมมิเตอร์ หรือ การขยายตัวของพื้นสะพาน ถนน รางรถไฟ เมื่อได้รับความร้อนทำให้การออกแบบต้องเว้นระยะหรือมีรอยต่อเพื่อให้ พื้นสะพาน ถนน รางรถไฟ สามารถขยายตัวได้โดยไม่เกิดความเสียหายเมื่อมีอุณหภูมิสูงกว่าสภาพปกติ เป็นต้น

ปกติที่อุณหภูมิห้อง อะตอมในวัสดุจะมีการเคลื่อนที่เข้าใกล้กันเนื่องจากแรงดึงดูด (Attraction Force) และเคลื่อนที่ออกห่างจากกันเนื่องจากแรงผลัก (Repulsion Force) ซึ่งเกิดขึ้นตลอดเวลา ในลักษณะของการสั่น (Oscillate) ด้วยอัมพลิจูดที่มีค่าประมาณ 10-11 m ที่ความถี่ประมาณ 1013 Hz มีผลให้ระยะห่างระหว่างอะตอมมีค่าประมาณ 10-10 m เมื่อวัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้น การสั่นจากแรงดึงดูดและแรงผลักของอะตอมในวัสดุมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้ระยะห่างระหว่างอะตอมเพิ่มตาม และหากเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง สุดท้ายวัสดุจะมีการยืดตัวหรือขยายตัวที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิปกติ และในทำนองเดียวกันวัสดุนั้นจะหดสั้นลงเมื่ออุณหภูมิของวัสดุต่ำกว่าอุณหภูมิปกติ (Serway and Jewett, 2004)

ทั้งนี้สมบัติทางความร้อนของวัสดุสามารถบอกด้วยค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Thermal Expansion Coefficient) ซึ่งเท่ากับผลต่างของความยาวของวัสดุที่เปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิของวัสดุเปลี่ยนไป 1 OC เทียบกับความยาวเริ่มต้น ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนเป็นสมบัติเฉพาะของวัสดุขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมี โครงสร้างผลึก อุณหภูมิจุดหลอมเหลว และความหนาแน่น เป็นต้น จากความสำคัญดังกล่าว ทำให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการขยายตัวของวัสดุเนื่องจากความร้อนในทุกด้าน

สำหรับการวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนนั้น สามารถทำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งมีนักวิจัยหลายกลุ่มให้ความสนใจศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคนิควิธีการวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยหลักการและเทคนิคต่างๆ กัน เช่น การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของโลหะโดยวิธีการวัดการเลี้ยวเบนทางแสงผ่านสลิตเดี่ยว การสร้าง ชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (นิศาชล บุญประชม, 2551) การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของทองแดงด้วย Michelson Interferometer (Ryan and Bruce, 2009) เป็นต้น

บทความวิจัยนี้เป็นรายงานผลการสร้างชุดทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนอย่างง่ายด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงผ่านช่องแคบเดี่ยว อาศัยหลักการว่าเมื่อขนาดของวัสดุที่ติดกับช่องแคบเดี่ยวเปลี่ยนไป ริ้วการแทรกสอดของแสงที่เกิดบนฉากจะเปลี่ยนตาม ทำให้ทราบค่าระยะยืดของวัสดุที่เปลี่ยนแปลง สำหรับใช้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของวัสดุทดสอบด้วยสมการพื้นฐาน ชุดทดลองนี้นอกจากใช้หาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของวัสดุแล้ว ยังใช้เป็นชุดสาธิตหรือชุดประกอบการเรียนการสอน เรื่องการขยายตัวเนื่องจากความร้อนได้อีกด้วย

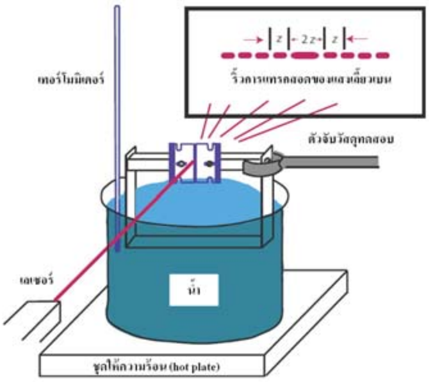
วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างชุดทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนอย่างง่าย ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงผ่านช่องแคบเดี่ยว

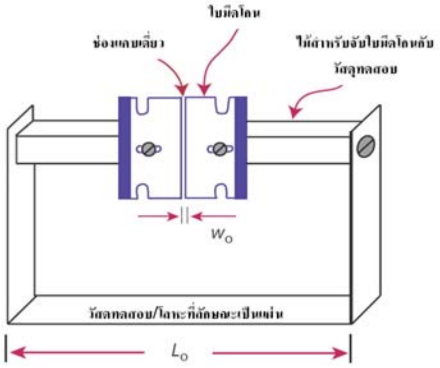
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้นโดยการวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นของอลูมิเนียมและสังกะสี

3. อุปกรณ์และวิธีการสร้างชุดทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงผ่านช่องแคบเดี่ยวที่สร้างในงานวิจัยนี้ เป็นการวัดขนาดของวัสดุที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่ออุณหภูมิของวัสดุสูงขึ้นเทียบกับขนาดของวัสดุเดิม โดยอาศัยหลักการว่าเมื่อขนาดของวัสดุที่ติดกับช่องแคบเดี่ยวเปลี่ยนไป ริ้วการแทรกสอดของแสงเลเซอร์ที่ส่องผ่านช่องแคบเดี่ยวบนฉากจะเปลี่ยนตาม ทั้งนี้จากขนาดของริ้วการแทรกสอดที่เปลี่ยนไปบนฉากสามารถนำมาคำนวณหาขนาดของระยะยืด หรือ ขนาดของวัสดุที่เปลี่ยนแปลงไปน้อยๆ สำหรับใช้ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของวัสดุทดสอบด้วยสมการพื้นฐาน

สำหรับแนวคิดของการสร้างชุดทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนอย่างง่าย ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงผ่านช่องแคบเดี่ยวในงานวิจัยนี้แสดงได้ดังรูปที่ 1 เริ่มจากนำวัสดุทดสอบซึ่งเป็นโลหะลักษณะแผ่นเรียบ ติดกับอุปกรณ์สำหรับสร้างช่องแคบเดี่ยว (รูปที่ 2) ซึ่งมีขนาดความกว้างของช่องแคบเดี่ยวเท่ากับ W0 แล้วนำบางส่วนของวัสดุทดสอบไปแช่ในน้ำอุณหภูมิห้อง (T0) จากนั้นใช้เลเซอร์ส่องผ่านช่องแคบที่สร้างขึ้นนี้ ซึ่งจะทำให้เกิดริ้วการแทรกสอดเริ่มต้นขนาดเท่ากับ Z0 บนฉาก สำหรับอุปกรณ์สร้างช่องแคบเดี่ยวที่นำวัสดุทดสอบมาติดตั้งแสดงได้ดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยวัสดุทดสอบ โดยในงานวิจัยนี้ใช้ อลูมิเนียม (Al) และสังกะสี (Zn) เป็นวัสดุทดสอบ นำวัสดุทดสอบมาตัดให้เป็นรูปตัวยูฐานกว้างขนาดเท่ากับ L0 แล้วนำด้านหนึ่งไปติดกับไม้ (เพื่อไม่ให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากวัสดุทดสอบที่แช่อยู่ในน้ำอุณหภูมิสูงไปยังใบมีดโกน) ส่วนอีกด้านหนึ่งใช้เป็นตัวยึดกับใบมีดโกนที่วางชิดกัน เพื่อให้เกิดช่องในลักษณะของช่องแคบเดี่ยว



รูปที่ 1 แนวคิดและลักษณะของชุดทดลองที่สร้างในงานวิจัยนี้



รูปที่ 2 ลักษณะของช่องแคบเดี่ยวที่ทำจากวัสดุทดสอบ

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น ทำได้โดยนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของโลหะทดสอบได้แก่ อลูมิเนียมและสังกะสี โดยเริ่มจากจัดชุดทดลองตามรูปที่ 1 วัดอุณหภูมิน้ำในบีเกอร์กำหนดให้เป็นอุณหภูมิเริ่มต้น (T_0) จากนั้นให้ความร้อนแก่น้ำในบีกเกอร์ที่มีวัสดุทดสอบแช่อยู่ด้วยบางส่วนด้วย เครื่องให้ความร้อน (hot plate) เมื่อน้ำในบีกเกอร์มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจาก T_0 เป็น T แล้วทำให้ขนาดของวัสดุทดสอบเพิ่มขึ้น จาก L_0 เป็น L ส่งผลให้ใบมีดโกนที่ติดกับไม้ซึ่งยึดอยู่กับแขนของวัสดุทดสอบมีการขยายตัว ซึ่งทำให้ขนาดของช่องแคบเดี่ยวเพิ่มขึ้นจาก W_0 เป็น W เป็นผลให้ริ้วการแทรกสอดบนฉากมีขนาดเปลี่ยนแปลงไปจาก Z_0 เป็น Z ทั้งนี้จากระยะยืด หรือ ขนาดของวัสดุทดสอบที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ ΔL ($L - L_0$) สามารถนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของวัสดุทดสอบจากสมการที่เกี่ยวข้อง รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างริ้วการแทรกสอดที่เกิดจากการเลี้ยวเบนของแสงผ่านช่องแคบเดี่ยวและปริมาณที่เกี่ยวข้อง

ทั้งนี้จากรูปที่ 3 และสมการการแทรกสอดจากการเลี้ยวเบนของช่องแคบเดี่ยว สามารถหาระยะยืด หรือ ขนาดของวัสดุทดสอบที่เพิ่มขึ้น (∆L) ตามสมการ (1)

$$W_0 = \frac{\lambda D}{Z_0}$$

$$W = \frac{\lambda D}{Z}$$

ดังนั้น $\Delta L = W - W_0 = \frac{\lambda D}{Z} - \frac{\lambda D}{Z_0}$

จะได้ว่า $\Delta L = \lambda D\left[\frac{1}{Z} - \frac{1}{Z_0}\right]$ (1)

1 ทั้งนี้เมื่ออุณหภูมิของวัสดุทดสอบเปลี่ยนไป (∆T) ขนาดของวัสดุทดสอบจะเปลี่ยนตาม (∆L) ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ซึ่งเป็นไปตามสมการ (2)

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \qquad (2)$$

เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน ทั้งนี้ จากสมการ (2) สามารถหาค่า α ได้ตามสมการ (3)

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T} \qquad (3)$$

เมื่อแทนค่า ∆L จากสมการ (1) ใน สมการ (3) จะทำให้สามารถหาค่า α ได้ตามสมการ (4)

$$\alpha = \frac{\lambda D\left[\frac{1}{Z} - \frac{1}{Z_0}\right]}{L_0(T - T_0)} \qquad (4)$$

ทั้งนี้จากการทดลองเมื่อแปรค่าอุณหภูมิ (T) ของน้ำในบีกเกอร์ ขนาดความกว้างของริ้วการแทรกสอดจากการเลี้ยวเบนแสงผ่านช่องแคบเดี่ยว (Z) จะเปลี่ยนไป จากสมการ (4) จะได้ตามสมการ (5)

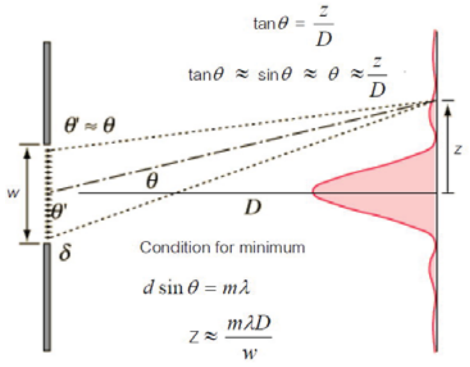
$$\frac{1}{Z} = \frac{\alpha L_0}{\lambda D} T + \left[\frac{1}{Z_0} - \frac{\alpha L_0 T_0}{\lambda D}\right] \qquad (5)$$

เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ของค่าอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ (T) และค่าส่วนกลับของขนาดความกว้างของริ้วการแทรกสอด (1/Z) จะได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นที่มีความชันตามสมการ (6)

$$\text{slope} = \frac{\alpha L_0}{\lambda D} \qquad (6)$$

ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (α) ของวัสดุทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถหาได้จาก

$$\alpha = \frac{\lambda D}{L_0}\text{slope} \qquad (7)$$



รูปที่ 3 ริ้วการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยว

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ชุดทดลองที่สร้างในงานวิจัยนี้ แสดงในรูปที่ 4 ประกอบด้วย (1) แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์พร้อมชุดจับ (2) วัสดุทดสอบเป็นโลหะแผ่นตัดเป็นรูปตัวยูติดกับใบมีดโกนทำให้เกิดช่องแคบเดี่ยว (3) บีกเกอร์ใส่น้ำพร้อมเทอร์โมมิเตอร์และชุดให้ความร้อน และ (4) ฉากสำหรับรับริ้วการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยวที่ติดกับวัสดุทดสอบ

รูปที่ 6 และ รูปที่ 7 เป็นรูปแสดงตัวอย่างริ้วการแทรกสอดของแสงเลเซอร์ที่ส่องผ่านช่องแคบเดี่ยวซึ่งติดกับวัสดุทดสอบขนาดความยาว L0 เท่ากับ 9 cm แล้วตกบนฉากห่างออกไปเป็นระยะ D เท่ากับ 150 cm วัสดุทดสอบที่ใช้มี 2 ชนิดคืออลูมิเนียมและสังกะสี กำหนดให้อุณหภูมิเริ่มต้นที่อุณหภูมิห้อง (T0 = 28 OC) จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิขึ้นครั้งละ 10 OC จน เท่ากับ 80 OC การบันทึกริ้วการแทรกสอด เมื่อแปรค่าอุณหภูมิทำได้โดยให้ความร้อนแก่น้ำจนมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อใกล้ถึงค่าอุณหภูมิน้ำที่กำหนดจึงเปิดแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ที่เตรียมไว้ให้ส่องผ่านช่องแคบเดี่ยวที่ติด

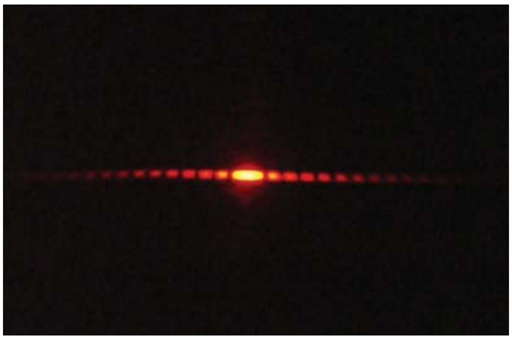
กับวัสดุทดสอบ แล้วทำเครื่องหมายแสดงริ้วการแทรกสอดบนฉากรับแสงที่จัดเตรียมไว้ จากนั้นจึงนำมาวัดขนาดความกว้างของริ้วการแทรกสอด (Z) ซึ่งมีเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดความกว้างของริ้วการแทรกสอด (Z) และส่วนกลับ (1/Z) ที่อุณหภูมิต่างๆ ของวัสดุทดสอบ

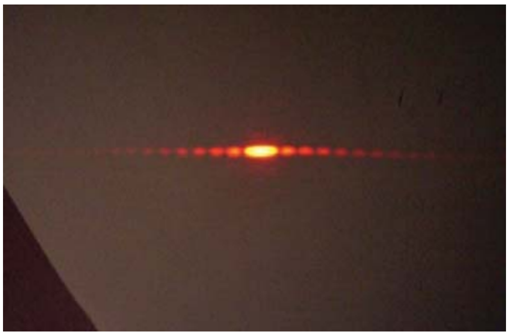
T (OC)	Aluminum (Al)		Zinc (Zn)	
	Z (m)	1/Z (m^{-1})	Z (m)	1/Z (m^{-1})
28.0	0.0045	222	0.0052	192
40.0	0.0042	238	0.0047	213
50.0	0.0039	256	0.0042	238
60.0	0.0035	286	0.0038	263
70.0	0.0033	303	0.0034	294
80.0	0.0030	333	0.0031	323

รูปที่ 4 ชุดทดลองที่จัดขึ้นในงานวิจัยนี้

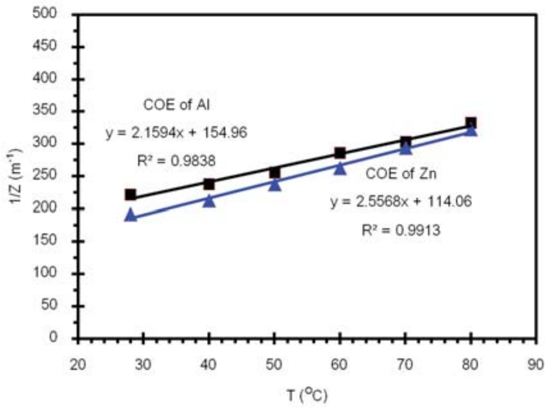
รูปที่ 5 ลักษณะช่องแคบเดี่ยวของชุดทดลองที่จัดขึ้น



รูปที่ 6 ตัวอย่างริ้วการแทรกสอดผ่านช่องแคบเดี่ยวของอลูมิเนียม



รูปที่ 7 ตัวอย่างริ้วการแทรกสอดผ่านช่องแคบเดี่ยวของสังกะสี



รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างส่วนกลับของความกว้าง
ของริ้วการแทรกสอด (1/Z) กับ อุณหภูมิ (T) ของวัสดุทดสอบ

เมื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ (T) และค่าส่วนกลับของขนาดความกว้างของริ้วการแทรกสอด (1/Z) ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นแบบเชิงเส้น (รูปที่ 8) พบว่าค่าความชันของอลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ 2.15 m-1.OC-1 ส่วนสังกะสีมีค่าเท่ากับ 2.55 m-1.OC-1 เมื่อนำความชันของโลหะแต่ละชนิดที่ทดลองได้ไปแทนค่าในสมการ (6) ได้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของอลูมิเนียมเท่ากับ 22.7x10-6 OC-1 เทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งเท่ากับ 23.1x10-6 OC-1 (Serway and Jewett, 2004) พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเท่ากับร้อยละ 1.5 ส่วนสังกะสีพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนเท่ากับ 26.9x10-6 OC-1 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.3x10-6 OC-1 (Serway and Jewett, 2004) พบว่ามีความคลาดเท่ากับร้อยละ 2.4

การอภิปราย

จากผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็ก ใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่ายทั่วไป อีกทั้งขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยากซับซ้อน ต่างจากชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน ในงานวิจัยของ นิศาชล บุญประชม (2551) ซึ่งใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่และใช้ไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อน เมื่อนำชุดทดลองที่สร้างขึ้น ในงานวิจัยนี้ ไปหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของโลหะทดสอบ 2 ชนิด ได้แก่ อลูมิเนียมและสังกะสี โดยการแปรค่าอุณหภูมิของวัสดุในช่วง 28 OC ถึง 80 OC พบว่าเมื่ออุณหภูมิของวัสดุสูงขึ้นขนาดความกว้างของริ้วการแทรกสอดที่ปรากฏบนฉากมีการเปลี่ยนแปลงไปสอดคล้องกับอุณหภูมิของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของอลูมิเนียมและสังกะสีที่ได้จากชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 22.7x10-6 OC-1 และ 26.9x10-6 OC-1 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ นิศาชล บุญประชม (2551) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของอลูมิเนียมจากชุด

ทดลองที่สร้างขึ้นเท่ากับ 23.8x10-6 OC-1 ส่วน (Piyarat et al., 2008) ได้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของอลูมิเนียมเท่ากับ 22.5x10-6 OC-1 นอกจากนี้ยังพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของอลูมิเนียมและสังกะสีที่ได้ในงานวิจัยนี้มีค่าใกล้เคียงค่ามาตรฐานโดยมีค่าร้อยละ ของความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐานน้อยกว่าร้อยละ 5

บทสรุป

ชุดทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนที่สร้างในงานนี้เป็นการวัดทางอ้อมอาศัยหลักการว่าริ้วการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านช่องแคบเดี่ยวมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดของวัสดุที่เปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ ชุดทดลองที่สร้างขึ้นประกอบด้วย วัสดุทดสอบติดกับแผ่นช่องแคบเดี่ยว บีกเกอร์น้ำ ชุดให้ความร้อน เทอร์โมมิเตอร์ และเลเซอร์ ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนจากชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีค่าใกล้เคียงค่ามาตรฐานโดยมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 5 แสดงให้เห็นว่าวิธีการและชุดทดลองที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโลหะชนิดต่างๆ ได้ นอกจากนี้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นยังใช้ชิ้นส่วนที่สามารถหาได้ทั่วไป อีกทั้งขั้นตอนการสร้างและใช้งานไม่ยุ่งยากซับซ้อน จึงเหมาะสำหรับนำไปใช้สาธิตหรือใช้ประกอบการสอนในเนื้อหารายวิชาที่เกี่ยวข้องได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

นิศาชล บุญประชม. (2551). *การสร้างชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

Hasan, F. (2006). Quantitative Investigation of Thermal Expansion Using Single-Slit Diffraction. *Phys. Teach*., 44, 82-84.

Piyarat, B., Kheamrutai, T., Pramot, S., & Pichet, L. (2008). Measurement of a Thermal Expansion Coefficient for a Metal by Diffraction Patterns from a Narrow Slit. *Kasetsart Journal Natural Science*, 42, 346-350.

Ryan, S., & Bruce, W.L. (2009). Using a Michelson Interferometer to Measure Coefficient of Thermal Expansion of Copper. *Phys. Teach*, 47, 306-308.

Serway, R.A., & J.W., Jewett. (2004). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. USA : Brooks.