การออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสง

นพรัตน์ ครุฑเกิด

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤษภาคม 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นพรัตน์ ครุฑเกิด ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ดร. วิเชียร ศิริพรม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สำเภา จงจิตต์)

..... กรรมการ
(ดร. กัญจน์ชญา หงส์เลิศคงสกุล)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์)
วันที่ ...๙... เดือน ...พฤษภาคม... พ.ศ. ๒๕๕๖.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ. ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร. วิเชียร ศิริพรม ที่ให้ความกรุณามาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ รศ.สำเภา จงจิตต์ และ ดร. กัญจน์ชญา หงส์เลิศคงสกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการตลอดจนเพื่อนครูและนักเรียน โรงเรียนบ้านฉางกาญจนกุลวิทยาที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

นพรัตน์ ครุฑเกิด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

52990043: สาขาวิชา: ฟิสิกส์ศึกษา; วท.ม. (ฟิสิกส์ศึกษา)
คำสำคัญ: ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน/ การเลี้ยวเบนแสง/ เลเซอร์

นพรัตน์ ครุฑเกิด: การออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสง (DESIGN AND FABRICATION OF THERMAL EXPANSION COEFFICIENT BY DIFFRACTION TECHNIQUE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: นิรันดร์ วิทิตอนันต์, ปร.ด. 129 หน้า. ปี พ.ศ. 2556.

ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (α) เป็นสมบัติเฉพาะอย่างหนึ่งของวัสดุซึ่งสามารถหาได้หลายวิธี โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดชุดวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของวัสดุอย่างง่ายด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนผ่านช่องแคบเดี่ยว และทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของอลูมิเนียมและสังกะสีจากชุดทดลองที่สร้างขึ้น ชุดทดลองที่สร้างขึ้นประกอบด้วย วัสดุทดสอบติดกับแผ่นช่องแคบเดี่ยว บีกเกอร์ ชุดให้ความร้อน เทอร์โมมิเตอร์ และแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ แนวคิดของชุดทดลองที่สร้างขึ้นคือ ขนาดริ้วการแทรกสอดจากช่องแคบเดี่ยวมีค่าเท่ากับขนาดของวัสดุทดสอบที่เปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของอลูมิเนียมและสังกะสีจากชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ $23.1 \times 10^{-6}\ ^{\circ}C^{-1}$ และ $27.4 \times 10^{-6}\ ^{\circ}C^{-1}$ ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

52990043: MAJOR: PHYSICS EDUCATION; M.Sc. (PHYSICS EDUCATION)
KEYWORDS: COEFFICIENT OF THERMAL EXPANSION/ DIFFRACTED LIGHT/ LASER
NOPPARUT KRUTKERD : DESIGN AND FABRICATION OF THERMAL EXPANSION COEFFICIENT BY DIFFRACTION TECHNIQUE . ADVISORY COMMITTEE: NIRUN WITIT-ANUN, Ph.D. 129 P. 2013.

Coefficient of Thermal Expansion (α) is a specific property of the material which can be obtained from various methods. The objective of this work was to construct a simple thermal expansion coefficient apparatus by single-slit diffraction technique for measuring the thermal expansion coefficient of aluminum and zinc. The constructed apparatus was composed of the single-slit, beaker, heater, thermometer and laser light source. The concept of constructed apparatus is the size of interference fringe to the thermal expansion length of test materials with the increasing temperature on the test materials. The thermal expansion coefficient of aluminum and zinc obtained from the apparatus was $23.1 \times 10^{-6} °C^{-1}$ and $27.4 \times 10^{-6} °C^{-1}$, respectively.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
การขยายตัวเนื่องจากความร้อน	7
แสงและสมบัติของแสง	11
การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด	16
การสร้างชุดทดลองหรืออุปกรณ์การทดลอง	21
การสอนแบบทดลอง	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
3 วิธีดำเนินการวิจัย	28
กรอบแนวคิดของการวิจัย	28
การออกแบบและสร้างชุดทดลอง	30
การทดสอบชุดทดลอง	35
การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะไม่ทราบชนิด	36
การจัดทำเอกสารประกอบชุดทดลอง	37
การประเมินชุดทดลอง	38

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	41
การออกแบบและสร้างชุดทดลอง	41
การทดสอบชุดทดลอง	46
การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะไม่ทราบชนิด	48
การประเมินชุดทดลอง	49
5 อภิปรายและสรุปผล	51
อภิปราย	51
สรุปผลการทดลอง	52
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก	56
ภาคผนวก ก	57
ภาคผนวก ข	68
ภาคผนวก ค	98
ภาคผนวก ง	120
ประวัติย่อของผู้วิจัย	129

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นเนื่องจากความร้อนของวัสดุที่อุณหภูมิ 20 °C 8

2-2 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงปริมาตรของวัสดุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20 °C 10

3-1 เกณฑ์การให้คะแนน 39

3-2 เกณฑ์การแปรความหมาย 39

4-1 ระยะจากแถบสว่างกึ่งกลางถึงแถบมืดแรก (x) เมื่อแปรค่าระยะห่างจากช่องแคบเดี่ยวถึงฉาก (D) จากการคำนวณทางทฤษฎี 43

4-2 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของอลูมิเนียม 46

4-3 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของสังกะสี 47

4-4 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของโลหะไม่ทราบชนิด 48

4-5 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลอง 49

4-6 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นจากแบบสอบถามสำหรับนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง.. 50

ก-1 แสดงการวิเคราะห์ความคิดเห็นจากการประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน 63

ก-2 แสดงการวิเคราะห์ความคิดเห็นจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนโดยนักเรียน 15 คน 67

ข-1 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของอลูมิเนียม 82

ข-2 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของสังกะสี 84

ข-3 ค่าระยะห่างจากแถบสว่างกึ่งกลางถึงแถบมืดแรกกับอุณหภูมิของอลูมิเนียมที่ระยะห่างจากฉาก 1.50 m 95

ค-1 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของอลูมิเนียม 104

ค-2 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของสังกะสี 106

ค-3 ค่าระยะห่างจากแถบสว่างกึ่งกลางถึงแถบมืดแรกกับอุณหภูมิของอลูมิเนียมที่ระยะห่างจากฉาก 1.50 m 117

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 แถบของการเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยวและระยะห่างระหว่างแถบมืดแรกกับแถบสว่างกลาง (x) 3

2-1 สเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 12

2-2 สมบัติคลื่น 12

2-3 ปรากฏการณ์โฟโตอิเลคตริค 13

2-4 การแทรกสอดของแสงผ่านช่องแคบคู่ 15

2-5 แถบของการเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยวและระยะห่างระหว่างแถบมืดแรกกับแถบสว่างกลาง (x) 17

2-6 แนวเสริมกันและแนวหักล้างของการแทรกสอดของแสงผ่านช่องแคบคู่ 18

2-7 การแทรกสอดบนฉาก 18

2-8 การแทรกสอดเมื่อแสงผ่านช่องแคบเดี่ยว 20

2-9 การแทรกสอดเมื่อแสงผ่านช่องแคบคู่ 20

3-1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 29

3-2 ลักษณะของช่องแคบเดี่ยวที่ใช้ของชุดทดลอง 34

3-3 การจัดชุดทดลองสำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน 34

4-1 ชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสง 44

4-2 วัตถุดัดเป็นรูปตัวยู 45

4-3 วัตถุยึดติดกับท่อนไม้และใบมีดโกนสำหรับทำเป็นช่องแคบเดี่ยว 45

4-4 ตัวอย่างริ้วการแทรกสอดของอลูมิเนียม 46

4-5 ตัวอย่างริ้วการแทรกสอดของสังกะสี 47

4-6 ตัวอย่างริ้วการแทรกสอดของโลหะไม่ทราบชนิด 48

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ข-1 แถบของการเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยวและระยะห่างระหว่างแถบมืดแรกกับแถบสว่างกลาง (x) 75

ข-2 แถบของการเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยวและระยะห่างระหว่างแถบมืดแรกกับแถบสว่างกลาง (x) 85

ข-3 อลูมิเนียมดัดเป็นรูปตัวยู 92

ข-4 อลูมิเนียมยึดติดกับท่อนไม้และใบมีดโกน 93

ข-5 การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ชุดการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน 94

ค-1 แถบของการเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยวและระยะห่างระหว่างแถบมืดแรกกับแถบสว่างกลาง (x) 107

ค-2 อลูมิเนียมดัดเป็นรูปตัวยู 114

ค-3 อลูมิเนียมยึดติดกับท่อนไม้และใบมีดโกน 115

ค-4 การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ชุดการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน 116

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University