บทที่ 5

สรุปผลและอภิปราย

5.1 การทดลองเกี่ยวกับโซนเพลต

จากผลการหาความยาวโฟกัสของโซนเพลต ตามตารางที่ 4.1 เมื่อนำมาเทียบกับการคำนวณตาม (2.23 ก) จะมีผลแตกต่างกันดังนี้

อันที่ 1 โฟกัสหลักวัดได้ค่ามากกว่าคำนวณ 1.79 %

อันที่ 2 โฟกัสหลักวัดได้ค่าน้อยกว่าคำนวณ 2.90 %

อันที่ 3 โฟกัสหลักวัดได้ค่าน้อยกว่าคำนวณ 3.05 %

อันที่ 4 โฟกัสหลักวัดได้น้อยกว่าคำนวณ 5.14 %

ตัวเลขที่แสดงค่าเปอร์เซนต์ของความแตกต่าง นับว่ามีค่ามากพอสมควร สาเหตุที่ได้ค่าความแตกต่างดังกล่าวนี้ เนื่องจาก

ก) การวัดขนาดของโซนเพลต ที่ 1 ยังไม่แน่นอน เนื่องจากขอบของโซนเพลตไม่ชัด จึงใช้ค่าเฉลี่ย ณ บริเวณขอบของมัน เป็นค่าของ R_1 ซึ่งใช้สำหรับคำนวณ

ข) โซนเพลต ที่ได้จากการทำขึ้นเองยังไม่ดีพอมีสาเหตุดังนี้

1. เทคนิคการทำโซนเพลต มีกรรมวิธียุ่งยากกว่าที่ทำโดยการถ่ายภาพดังกล่าวในหัวข้อ 3.2 แต่ที่เราทำขึ้นนั้นมีจุดประสงค์ใหญ่ เพื่อจะศึกษาคุณสมบัติบางประการของมัน เพื่อช่วยในการเข้าใจปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนแบบเฟรสเนล

2. วัสดุที่ใช้ทำโซนเพลต จริง ๆ มีใช่ฟิล์มถ่ายรูปเหมือนตัวอย่างการทดลอง ทั้งนี้เพราะ grain ของฟิล์ม มีส่วนทำให้ขอบรอยต่อของแต่ละโซนไม่ชัด เนื่องจากบริเวณที่ไม่ต้องการให้ถูกแสงก็ยังมีแสงเข้าไปทำปฏิกริยาบ้างเล็กน้อย

3. การสร้างแบบตัวอย่างยังไม่ดีเท่าที่ควร เช่น การวัดรัศมีของวงกลมที่มีตำแหน่งทศนิยมเกินกว่า 1 ตำแหน่งทำได้ยาก และความหนาของเส้นดินสอมีส่วนทำให้การวัดผิดพลาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. เทคนิคการถ่ายภาพตอนทำตัวอย่างโซนเพลต มีส่วนทำให้พื้นที่ของโซนไม่เท่ากัน เนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนของเลนซ์กล้องถ่ายรูป

อย่างไรก็ตาม จากรูปที่ 4.2 เป็นการแสดงว่าโซนเพลตทั้งแบบ ก. และแบบ ข. ในรูปที่ 2.13 มีคุณสมบัติรวมแสงเหมือนกัน และจากรูปที่ 4.3 เป็นผลที่ได้จากการทดลองใช้โซนเพลตแทนเลนซ์ธรรมดา เพื่อแสดงว่าโซนเพลตมีคุณสมบัติเหมือนเลนซ์ เมื่อเทียบกับรูปที่ 4.28

5.2 การทดลองกับวัตถุกลม

5.2.1 จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.2

เป็นการยืนยันว่าการทดลองโดยใช้ลำแสงขนานเกี่ยวกับการเลี้ยวเบนแสงจะเป็นวิธีที่สะดวกในการทดลองและวิเคราะห์ เพราะเป็นการลดตัวแปรที่จะทำให้รูปแบบการเลี้ยวเบนเปลี่ยนไป 1 ตัวแปร จากรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 จะพบว่า เมื่อใช้ลำแสงไม่ขนาน แม้ระยะภาพจะคงที่ การเปลี่ยนระยะวัตถุก็จะทำให้รูปแบบการเลี้ยวเบนเปลี่ยนไป แต่จะเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ เมื่อระยะวัตถุอยู่ไกล เพราะหน้าคลื่นไปถึงวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงน้อย (Δr เปลี่ยนน้อย) จึงทำให้ผลการเลี้ยวเบนไปยังจุด P บนฉากเปลี่ยนแปลงช้า และรูปแบบการเลี้ยวเบนจะเปลี่ยนเร็วขึ้นเมื่อระยะวัตถุอยู่ใกล้ต้นกำเนิดแสง เพราะที่ใกล้ต้นกำเนิดแสงหน้าคลื่นที่ไปถึงวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นตามลำดับ (Δr เปลี่ยนมาก) ผลจึงทำให้รูปแบบการเลี้ยวเบนไปยังจุด P บนฉากเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น ดูรูปที่ 4.6 ประกอบ

ในทำนองเดียวกันเมื่อกำหนดระยะวัตถุคงที่ การเปลี่ยนระยะภาพก็มีผลทำให้รูปแบบการเลี้ยวเบนเปลี่ยนแปลงไป ตามระยะภาพ คือ ถ้าระยะภาพใกล้ ๆ ค่า Δr จะเปลี่ยนแปลงมากรูปแบบการเลี้ยวเบนก็จะเปลี่ยนแปลงเร็ว ดูรูปที่ 4.5 ประกอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับกรณีเมื่อกำหนดระยะวัตถุและระยะภาพที่แน่นอน ขนาดของรูจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเลี้ยวเบนด้วยเหมือนกัน ดูรูปที่ 4.7 ทั้งนี้เพราะ หน้าคลื่นที่ผ่านรูโตขนาดต่าง ๆ กันจะมีค่าของ Δx แตกต่างกัน คือ รูโตหน้าคลื่นผ่านไปได้มาก (มีความโค้งมาก) Δx ย่อมมีค่ามากกว่าหน้าคลื่นที่ผ่านรูเล็ก ดังนั้นผลการเลี้ยวเบนไปยังจุด P บนฉากก็ย่อมจะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของรู ดูรูปที่ 4.7 ประกอบ

ในการที่จะวิเคราะห์ภาพว่าเกิดจากจำนวนเฟรสเนลโซนเท่าไร สามารถจะหาได้จากเงื่อนไขใน (2.23 ก) ดังแสดงตัวอย่างไว้ในตารางที่ 4.2 และถ้าจะสนใจอันดับที่ m (ระยะภาพน้อย ๆ) เราสามารถเอาเลนซ์ทราบทางยาวโฟกัสเข้าช่วยได้ ดังการทดลองหัวข้อ 4.3 และ 4.3.1

5.2.2 กรณีของวัตถุกลมทึบแสง

ก็จะได้รูปแบบการเลี้ยวเบน ดังแสดงในรูปที่ 4.28 คือ ส่วนหนึ่งจะเลี้ยวเบนเข้าหาจุดศูนย์กลางภายในเงาคล้ายกับรูปแบบการเลี้ยวเบนของวงแหวนกลวงในรูปที่ 4.29 ที่เปิดให้แสงผ่านตัววงแหวน

กล่าวโดยสรุปแล้ว จะได้รูปแบบการเลี้ยวเบนแสงของวัตถุกลม ไม่ว่าจะเป็นแบบทึบแสงหรือไม่ จะได้แสงเลี้ยวเบนไปรวมกันที่จุดศูนย์กลาง ซึ่งสภาพเช่นนี้ก็เป็นเช่นเดียวกับในกรณีที่แสงไปรวมกันที่จุดโฟกัสของโซนเพลตที่มีจุดศูนย์กลางดำ ทำให้มีความเข้มแสงขนาดเพิ่มขึ้นหลายเท่าได้

5.3 การเลี้ยวเบนแสงของขอบวัตถุบังแสง

จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.4 เป็นการยืนยันว่า การเลี้ยวเบนของแสงจะปรากฏให้เห็นต่อเมื่อแสงไปกระทบกับขอบวัตถุ โดยส่วนหนึ่งจะเลี้ยวเบนเข้าในเงา อีกส่วนหนึ่งจะเลี้ยวเบนออกนอกเงาแล้วไปรบกวนกันแบบแทรกสอด ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของคลื่น (ดูรูปที่ 4.9) และจากผลการวิเคราะห์ ตามหัวข้อ 4.4.1 จะได้รูปแบบของการเลี้ยวเบนของขอบตรงดังแสดงในรูปที่ 4.11 และ 4.12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.1 การเลี้ยวเบนของร่องเดียว

เป็นการสนับสนุนคำกล่าวข้างต้น ซึ่งจากรูปจะเห็นแสงเลี้ยวเบนออกเป็นสองทาง คือ เลี้ยวเบนไปในเงามืด และเลี้ยวเบนเข้าในบริเวณสว่าง ดูรูปที่ 4.13, 4.14 และ 4.15 ประกอบ ส่วนผลการวิเคราะห์หาความเข้มแสงที่เลี้ยวเบน ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.19,4.20,4.21 และ 4.22

5.3.2 การเลี้ยวเบนของวัตถุทึบแสงประเภทเส้นตรง

เป็นการยืนยันคำกล่าวข้างต้นอีกทางหนึ่ง และเป็นการชี้ให้เห็นว่าแสงที่เลี้ยวเบนเข้าไปในเงาก็สามารถรวมกันจนเกิดความเข้มขึ้นพอสมควร ทั้งนี้ยอมขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุที่มาบังแสง ดูรูปที่ 4.23,4.24 และ 4.25 ประกอบ ส่วนผลการวิเคราะห์รูปแบบการเลี้ยวเบนแสดงความเข้มแสงที่สอดคล้องกับบนฉาก แสดงในกราฟรูปที่ 2.26 และ 2.27

กล่าวโดยสรุปทั่ว ๆ ไป สำหรับการเลี้ยวเบนแบบเฟรสเนล จะได้ว่ารูปแบบการเลี้ยวเบนแบบเฟรสเนลจะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากหน้าคลื่นมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งขึ้นกับตัวแปร ดังต่อไปนี้ คือ

1. ระยะภาพ
2. ระยะวัตถุ
3. ขนาดวัตถุ
4. ความยาวคลื่นแสงที่เกิดการเลี้ยวเบน

สำหรับในการทดลอง ถ้ากำหนดความยาวคลื่นแสง และขนาดของวัตถุ ก็ยังเหลือตัวแปรอีก 2 ตัว ซึ่งจะแยกกล่าวได้ว่า

ก. เมื่อกำหนดระยะภาพคงที่ เปลี่ยนแปลงระยะวัตถุซึ่งเท่ากับเป็นการเปลี่ยนแปลงหน้าคลื่นที่มาถึงวัตถุ Δx ทางเข้าเปลี่ยนแปลง ผลก็คือรูปแบบการเลี้ยวเบนเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. เมื่อกำหนดระยะวัตถุคงที่ เปลี่ยนแปลงระยะภาพ ในกรณีนี้หน้าคลื่นที่มาถึงวัตถุจะเหมือนเดิม แต่แสงเลี้ยวเบนไปยังตำแหน่งบนฉากจะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากΔx ทางออกเปลี่ยนแปลง ผลก็คือรูปแบบการเลี้ยวเบนเปลี่ยนแปลงไปดังกล่าวแล้ว

และถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของ Δx ของคลื่นทั้งทางเข้าและทางออกเมื่อเลื่อนตำแหน่งของการเกิดรูปแบบของการเลี้ยวเบน ผลการเลี้ยวเบนแสง ณ จุด P บนฉากก็จะไม่เปลี่ยนแปลง นั้นคือเป็นรูปแบบการเลี้ยวเบนที่เรียกว่า ฟรอนโฮเฟอร์ ซึ่งอยู่นอกเงื่อนไขของการเลี้ยวเบนแบบเฟรสเนล ดังกล่าวแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved