บทที่ 7

สรุปและข้อเสนอแนะ

งานสำหรับวิทยานิพนธ์นี้เป็นการทดลองนำแก้วที่มีอยู่แล้ว ซึ่งไม่ใช่แก้วทางทัศนศาสตร์มาสร้างเป็นเลนส์หน้ากล้องของกล้องโทรทรรศน์ เพื่อที่จะศึกษาถึงความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน และเนื่องจากมีแก้วอยู่เพียงชนิดเดียว จึงได้สร้างเลนส์หน้ากล้องเป็นแบบเลนส์นูนเดี่ยว

การศึกษาสมบัติของแก้วชิ้นนี้เป็นสิ่งจำเป็น ได้ทดลองหาค่าดรรชนีหักเหและค่าวีของแก้วซึ่งเป็นค่าที่จะนำมาใช้ในการคำนวณออกแบบรูปร่างของเลนส์ที่ดี การทดลองหาค่าดรรชนีหักเหของแก้วได้ใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดเลื่อนได้และสเปกโตรมิเตอร์ ค่าดรรชนีหักเหของแก้วที่หาได้จากทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลเฉลี่ยของค่าดรรชนีหักเหของแก้วเท่ากับ 1.516 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.001 และได้ค่าวีเท่ากับ 57.3 นอกจากนี้ยังได้ทดสอบความเครียดของแก้ว โดยใช้แสงโปลาไรซ์พบว่า เนื้อแก้วไม่มีความเครียดเลย และได้ใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดเลื่อนได้ตรวจฟองอากาศในเนื้อแก้ว พบว่าไม่มีฟองอากาศอยู่ในเนื้อแก้วเลย ดังนั้นแก้วนี้มีความเหมาะสมเพียงพอที่จะนำมาใช้งานสำหรับวิทยานิพนธ์นี้

ผลของการออกแบบรูปร่างของเลนส์เดี่ยวที่มีทางยาวโฟกัส 200 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ไม่มีโคมา และมีความคลาดทรงกลมที่พิจารณาแบบความคลาดหน้าคลื่นเท่ากับ 2.02×10^{-5} เซนติเมตร หาได้ว่าเลนส์ต้องมีรัศมีความโค้งของผิวที่หนึ่งเป็น 113.2 เซนติเมตร รัศมีความโค้งของผิวที่สองเป็น -1173 เซนติเมตร

ถ้าจะเปลี่ยนความคลาดทรงกลมแบบความคลาดหน้าคลื่น เป็นความคลาดทรงกลมแบบความคลาดรังสี จะหาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้ (4)

$$\text{ความคลาดทรงกลมแบบความคลาดรังสี} = \frac{{}^{4}_{0}W_{40}}{n'} u'^{2}$$

$$= \frac{{}^{4}_{0}W_{40}}{n'} \left(\frac{f}{h}\right)^{2}$$

โดยที่ f เป็น ทางยาวโฟกัสของเลนส์

n' เป็น ดรรชนีหักเหของตัวกลางทางด้านขวาของเลนส์

h เป็น ระยะที่วัดจากแกนมุขสำคัญไปยังจุดที่รังสีตกกระทบเลนส์

$_0W_{40}$ เป็น สัมประสิทธิ์ของความคลาดทรงกลมแบบหน้าคลื่น

ดังนั้น ความคลาดทรงกลมแบบความคลาดรังสีของเลนส์ที่ออกแบบไว้จะหาได้เป็น 0.12 เซนติเมตร

เนื่องจากการฝนและขัดใสเลนส์กระทำด้วยมือ ไม่ได้ใช้เครื่องฝนเลนส์เข้าช่วย จึงเป็นการยากต่อการที่จะฝนให้ผิวทั้งสองของเลนส์มีรัศมีความโค้งเท่ากับที่ได้คำนวณออกแบบไว้ ผลปรากฏว่า เมื่อสร้างเลนส์เสร็จแล้ว นำมาวัดรัศมีความโค้งของผิวเลนส์โดยวิธีวางแหวนของนิวตันได้ว่า รัศมีความโค้งของผิวที่หนึ่งเป็น 122.5 เซนติเมตร ผิดพลาดไป 8.3% และของผิวที่ 2 เป็น -1115 เซนติเมตร ผิดพลาดไป 4.9% เมื่อหาทางยาวโฟกัสได้ว่า เลนส์ที่สร้างขึ้นมีทางยาวโฟกัส 213.8 เซนติเมตร ผิดพลาดไป 6.9% เมื่อนำผลเหล่านี้ไปคำนวณหาความคลาดทรงกลมแบบความคลาดหน้าคลื่นได้เป็น 1.64×10^{-5} เซนติเมตร หรือเท่ากับ 0.11 เซนติเมตรเมื่อคิดแบบรังสี

จากวิธีใบมีดตัดแสง และวิธีของฮาร์ตแมน หาได้ว่า เลนส์มีความคลาดทรงกลมแบบความคลาดรังสี เมื่อเปิดหน้ารับแสงเต็มที่ เฉลี่ยเป็น 5.4 เซนติเมตร และจากตารางที่ 5.7 ความคลาดทรงกลมแบบความคลาดรังสีเมื่อลดขนาดของหน้ารับแสงลงครึ่งหนึ่งเป็น 1.2 เซนติเมตร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความไม่เป็นทรงกลมเดียวกันตลอดทั่วทั้งผิวเลนส์ (aspheric surface) นั่นคือ รัศมีความโค้งที่ขอบของผิวเลนส์มีค่าน้อยกว่ารัศมีความโค้งของผิวที่บริเวณกลางเลนส์ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความไม่ชำนาญในการฝนเลนส์

การทดสอบโคมาของเลนส์นี้ได้ใช้วิธีการทดสอบด้วยดาว โดยให้วัตถุอยู่นอกแกนมุขสำคัญ จากภาพที่รับได้ไม่สามารถบอกได้ว่ามีโคมาหรือไม่ ทั้งนี้อาจเนื่องจากความคลาดทรงกลมมีมากจนกระทั่งภาพไม่แสดงโคมาออกมาให้เห็นได้

เมื่อนำเลนส์นี้ไปถ่ายภาพดวงอาทิตย์ โดยใช้หน้ารับแสงขนาดต่าง ๆ พบว่าเมื่อใช้หน้ารับแสงขนาด 5 เซนติเมตร ความคมชัดของภาพมากกว่าขนาดอื่น ๆ ดังนั้น ถ้าจะมีการนำเลนส์ที่สร้างขึ้นนี้ไปใช้ ก็ควรจะใช้หน้ารับแสงไม่เกิน 5 เซนติเมตร

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดรรชนีหักเหของแก้วกับความคลาดของเลนส์ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการเลือกแก้วที่จะใช้สร้างเลนส์เดี่ยวที่มีทางยาวโฟกัส 200 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร และเมื่อทราบค่าดรรชนีหักเหของแก้วแล้ว ก็สามารถทราบรูปร่างที่เหมาะสมกับความคลาดทรงกลม และโคมาของเลนส์เดี่ยวนั้นได้ทันที แต่ความสัมพันธ์ที่ศึกษามานี้ใช้ได้จำกัดเฉพาะเลนส์ที่มีทางยาวโฟกัส 200 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร เท่านั้น จึงเกิดแนวความคิดขึ้นว่า ถ้ามีการศึกษาทฤษฎีของการออกแบบรูปร่างของเลนส์เพิ่มเติม อาจจะสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ให้ใช้ได้กับการออกแบบรูปร่างของเลนส์ได้ทั่ว ๆ ไป โดยไม่จำกัดทางยาวโฟกัสและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเลนส์