การออกแบบและการสร้างกล้องโทรทรรศน์เพื่อใช้สำรวจโครโมสเฟียร์ของดวงอาทิตย์ อาศัยฟิล์มกรองแสงแผ่นบาง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายสมบัติ พุทธจักร

004197

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาฟิสิกส์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๒๔

1 17700061

A DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TELESCOPE FOR SOLAR CHROMOSPHERE OBSERVATION EMPLOYING THIN FILM FILTERS

Mr. Sombat Puttajuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1981

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและการสร้างกล้องโทรทรรศน์เพื่อใช้สำรวจโครโมสเฟียร์ของดวงอาทิตย์ อาศัยฟิล์มกรองแสงแผ่นบาง
โดย	นาย สมบัติ พุทธจักร
ภาควิชา	ฟิสิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. ระวี ภาวิไล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. รัชนี รักวีรธรรม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภิญโญ เจริญกูล)

.....กรรมการ
(นายนิพนธ์ ทรายเพชร)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ระวี ภาวิไล)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและการสร้างกล้องโทรทรรศน์เพื่อใช้สำรวจโครโมสเฟียร์ของดวงอาทิตย์ อาศัยฟิล์มกรองแสงแผ่นบาง

ชื่อนิสิต นายสมบัติ พุทธจักร

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. ระวี ภาวิไล

ภาควิชา ฟิสิกส์

ปีการศึกษา ๒๕๒๔

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการสร้างและใช้อุปกรณ์การสำรวจโครโมสเฟียร์ดวงอาทิตย์ ขั้นแรกเริ่มจากการออกแบบเลนส์เดี่ยวทางยาวโฟกัส ๓ เมตร โดยให้โคมาเป็นศูนย์และลดความคลาดทรงกลม ให้น้อยลงใช้เป็นเลนส์หน้ากล้อง ไม่จำเป็นต้องแก้ความคลาดรงค์ เพราะแสงที่ผ่านตัวกรองแสงในขณะใช้งานนั้นเป็นแสงสีเดียว จากนั้นฝนและขัดด้วยมือแล้วทดสอบคุณภาพเลนส์ นำเลนส์ประกอบเป็นกล้องโทรทรรศน์กับตัวกรองแสงแบบฟิล์มบาง ขั้นสุดท้ายถ่ายภาพโครโมสเฟียร์ดวงอาทิตย์เป็นเวลาติดต่อกันระหว่างวันที่ ๑๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔ ถึง ๙ มีนาคม ๒๕๒๔ จากภาพถ่ายนี้สามารถหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของตาข่ายโครโมสเฟียร์ ได้ ๒.๙๘ x $๑๐^{๔}$ กิโลเมตร ศึกษาและหาขนาดความสูงของพวยกาซจากขอบดวงด้วย

Thesis Title	A Design and Construction of a Telescope for Solar Chromosphere Observation Employing Thin Film Filters.
Name	Mr. Sombat Puttajuk
Thesis Advisor	Professor Rawi Bhavilai, Ph.D
Department	Physics
Academic Year	1981

ABSTRACT

The purpose of this work is to construct and operate an instrument for the observation of the solar chromosphere. Firstly, a three metre focal length telescope objective for monochromatic observation is designed and constructed. There are two important considerations i.e. spherical aberration and coma. The objective is designed to eliminate coma completely, and to reduce spherical aberration down to a minimum. The use of a narrow bandpass filter in observation makes the correction of chromatic aberration unnecessary. The lens was grinded and polished by hand and tested. The lens and a narrow bandpass thin film filter were utilized in a telescope. The equipment was set up for the photographic observation of the solar chromosphere every day from 12 February 1980 to 9 March 1980. We find that the average diameter of the chromospheric network is 2.98×10^4 km. The heights of solar prominences are estimated from the photographic records.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อศาสตราจารย์ ดร.ระวี ภาวิไล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเสนอแนะให้แนวความคิดในการวิจัย พร้อมทั้งช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการวิจัย นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนี รักวีรธรรม ที่ได้ช่วยตรวจบทร่างวิทยานิพนธ์บางตอน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ โชวเจริญสุข ที่ให้คำแนะนำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิญโญ เจริญกุล ในการให้ยืมอุปกรณ์บางส่วนเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

รายการตารางประกอบ ..... ง

รายการรูปประกอบ ..... จ

บทที่ ๑

๑ บทนำ ๑

๑ วัตถุประสงค์ ๒

๒ วิธีการดำเนินงาน ๒

๓ ประวัติการศึกษาดวงอาทิตย์ที่สำคัญโดยย่อ ๓

๒ ทฤษฎีความคลาด การสร้างและทดสอบคุณภาพของเลนส์ ๘

๑ ความคลาด ๘

๑.๑ ความคลาดทรงกลม ๙

๑.๒ โคมา ๙

๑.๓ แอสติกมาติซึม ๑๒

๑.๔ ความคลาดรงค์ ๑๔

๒ การออกแบบเลนส์ ๑๖

๓ ทฤษฎีของการฝนเลนส์ ๒๔

๓.๑ ทิศทางการเคลื่อนที่ในการฝน ๒๔

๓.๒ ความยาวของสโตรก ๒๕

๓.๓ การเกิดส่วนโค้งบนหน้าของแก้วที่ฝน ๒๖

๔ การฝนเลนส์ ๒๗

๔.๑ การฝนเลนส์อย่างหยาบ ๒๗

๔.๒ การฝนเลนส์อย่างละเอียด ๒๘

บทที่			หน้า
๒	๕	การขัดมัน	๒๙
		๕.๑ การเตรียมพิตช์แลพ	๒๙
		๕.๒ ทฤษฎีการขัดมัน	๓๑
		๕.๓ วิธีการขัดมัน	๓๒
	๖	การทดสอบคุณภาพของเลนส์ที่สร้างขึ้น	๓๓
		๖.๑ การทดลองหาทางยาวโฟกัสโดยวิธีวงแหวนนิวตัน	๓๓
		๖.๑.๑ การจัดเครื่องมือเพื่อให้เกิดวงแหวนนิวตัน	๓๖
		๖.๒ การทดสอบด้วยตาว	๔๓
		๖.๓ การทดสอบด้วยคมมีด	๔๕
		๖.๔ การทดสอบโดยวิธีของฮาร์ตแมน	๕๐
		๖.๕ กำลังแยก	๕๒
๓		ดวงอาทิตย์	๕๕
	๑	ลักษณะทั่วไปของดวงอาทิตย์	๕๕
	๒	บรรยากาศดวงอาทิตย์	๕๗
		๒.๑ โฟโตสเฟียร์	๕๗
		๒.๑.๑ การเป็นดอกดวง	๕๘
		๒.๑.๒ จุดดวงอาทิตย์	๕๘
		๒.๑.๓ แฟคิวเลของโฟโตสเฟียร์	๖๐
		๒.๒ โครโมสเฟียร์	๖๐
		๒.๒.๑ ความสำคัญของการศึกษาโครโมสเฟียร์	๖๑
		๒.๒.๒ การลุกจ้า	๖๑
		๒.๒.๓ พลาจ	๖๒
		๒.๒.๔ สปิกูล	๖๓
		๒.๒.๕ ตาข่ายโครโมสเฟียร์	๖๓
		๒.๒.๖ พวยกาซ	๖๕

บทที่ หน้า

๓ ๒.๒.๖.๑ รูปแบบของพวยกาซ ๖๕

๑ พวยกาซสจัด ๖๕

๒ พวยกาซกัมมันต์ ๖๖

๓ พวยกาซระเบิด ๖๖

๔ สเปรย์ ๖๗

๕ เชิจ ๖๗

๖ เมฆโคโรนา ๖๗

๗ ลูป ๖๗

๘ ฝนโคโรนา ๖๗

๙ ทอร์นาโด ๖๗

๒.๒.๖.๒ การจำแนกพวยกาซ ๖๘

๒.๒.๖.๓ อิทธิพลต่าง ๆ ที่มีต่อพวยกาซ ๗๒

๑ อิทธิพลจากการลุกจ้า ๗๒

๒ อิทธิพลจากสนามแม่เหล็ก ๗๒

๒.๒.๖.๔ การเคลื่อนที่ของพวยกาซ ๗๒

๒.๓ โคโรนา ๗๓

๔ อุปกรณ์และสังเกตการณ์ ๗๕

๑ การแทรกสอดในฟิล์มบาง ๗๕

๒ ตัวกรอง แสงเดย์สตาร์ ๗๙

๓ การประกอบและการติดตั้งอุปกรณ์ ๗๙

๓.๑ การประกอบอุปกรณ์ ๗๙

๓.๒ การติดตั้ง ๘๐

๔ การสังเกตการณ์ ๘๓

บทที่ หน้า

๔ การวิเคราะห์ข้อมูล ๘๔
๑ การหาขนาดเฉลี่ยของตาข่ายโครโมสเฟียร์ ๘๔
๑.๑ การหาพื้นที่บางส่วนบนผิวทรงกลมดวงอาทิตย์ ๘๔
๑.๒ วิธีการหาขนาดเฉลี่ยของตาข่ายโครโมสเฟียร์ ๘๘
๒ การศึกษาพวยกาซและหาความสูงของพวยกาซ ๑๐๐

๖ สรุปและวิจารณ์ ๑๒๓
เอกสารอ้างอิง ๑๒๖
ประวัติ ๑๒๘

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
๑	แบบจำลองโครงสร้างของโครโมสเพียร์อ้างโดย ระวี ภาวิไล	๗
๒	ความคลาดทรงกลม	๘
๓	การเกิดโคมา	๑๐
๔	แอสติกมาติซึม	๑๒
๕	โลกัสของภาพในระนาบแทนเยนเชียล (T) และ ระนาบซากิตตัล (S)	๑๓
๖	ความคลาดรงค์	๑๔
๗	เลนส์อรงค์	๑๖
๘	สัญญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตามรังสี	๑๘
๙	แสดงการติดตามรังสีสำหรับ ๒ ผิว	๑๙
๑๐	กราฟแสดงความคลาดทรงกลมและโคมาที่ได้จากการคำนวน เพื่อใช้ในการออกแบบรูปร่างของเลนส์ที่สร้างจากแผ่นแก้วที่มีดรรชนีหักเห ๑.๖๐	๒๓
๑๑	การฝนเลนส์	๒๔
๑๒	แสดงความยาวของสโตรก	๒๕
๑๓	แสดงการสึกกร่อนของแก้วที่นำมาฝน	๒๖
๑๔	แสดงตำแหน่งออกแรงกด	๒๘
๑๕	การเตรียมการสำหรับทำพิตช์แลพ	๓๐
๑๖	พิตช์แลพ	๓๑
๑๗	แสดงการขัดมัน	๓๒
๑๘	แสดงการใช้สโตรกซิกแซก	๓๓
๑๙	การหารัศมีความโค้งของผิวโดยวิธีวงแหวนนิวตัน	๓๔
๒๐	การทดลองวงแหวนนิวตัน	๓๖
๒๑	กราฟแสดงการหารัศมีความโค้งของผิวที่ ๑ ของเลนส์หน้ากล้อง โดยวิธีวงแหวนนิวตัน	๓๙
๒๒	กราฟแสดงการหารัศมีความโค้งของผิวที่ ๒ ของเลนส์หน้ากล้อง โดยวิธีวงแหวนนิวตัน	๔๑

รูปที่		หน้า
๒๓	แหล่งกำเนิดของแสงของการทดสอบด้วยดาว	๔๔
๒๔	ภาพถ่ายที่ได้จากการทดสอบด้วยดาว	๔๔
๒๕	การทดสอบด้วยคมมีด	๔๖
๒๖	แสดงเงามีดบนหน้าเลนส์เมื่อคมมีดอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ	๔๗
๒๗	แสดงการปิดหน้าเลนส์ให้แสงผ่านแต่ละโซน	๔๘
๒๘	การทดสอบโดยวิธีฮาร์ตแมน	๕๐
๒๙	ก) แสดงจานกลมแอรี	
	ข) การกระจายของความเข้มการส่องสว่างบนฉากของจานกลมแอรี	
	ค) แสดงการเริ่มแยกของจานกลมแอรี	๕๒
๓๐	แสดงการเริ่มแยกของจานกลมแอรีจากการทดลองกำลังแยก	๕๔
๓๑	แผนภาพรูปผีเสื้อของมอนเดอ	๕๙
๓๒	แสดงอุณหภูมิบรรยากาศดวงอาทิตย์กับความสูงจากขอบดวง	๖๔
๓๓	การสะท้อนและหักเหในฟิล์มบาง	๗๖
๓๔	แสดงการประกอบอุปกรณ์	๘๐
๓๕	แสดงการตั้งกล้องแบบอีเควอเรียล	๘๑
๓๖	ภาพถ่ายกล้องโทรทรรศน์ที่สร้างขึ้น ประกอบกับตัวกรองแสงแบบฟิล์มบางและกล้องถ่ายภาพ	๘๒
๓๗	การหาพื้นที่ของผิวทรงกลม	๘๕
๓๘	การหาพื้นที่วงแหวนบนผิวทรงกลมที่เกิดจากวงกลมเล็ก ๒ วง	๘๗
๓๙	กริดดวงอาทิตย์	๘๙
๔๐	ภาพถ่ายดวงอาทิตย์ (ครึ่งซีกเหนือ) วันที่ ๑๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔ โดยใช้ตัวกรองแสงฟิล์มบางความเร็วชัตเตอร์ $\frac{1}{60}$ วินาที ซึ่งแสดงถึงลักษณะดวงอาทิตย์สงบ	๙๒
๔๑	ภาพพวยกาซสงัดปรากฏให้เห็น ๓ วัน ปรากฏที่ขอบทิศตะวันตก มีความสูง ๗.๒ x $๑๐^{๕}$ กิโลเมตรและยาว ๒๗.๘ x $๑๐^{๕}$ กิโลเมตร (วันแรกที่ปรากฏ ๑๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔)	๑๐๒

รูปที่		หน้า
๔๒	ภาพพวยกาซสงัดมีความสูง ๘.๐ x ๑๐^{๕} กิโลเมตร และยาว ๑๕.๕ x ๑๐^{๕} กิโลเมตร (วันที่สองที่ปรากฏ ๒๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔)	๑๐๓
๔๓	ภาพพวยกาซสงัดมีความสูง ๔.๙ x ๑๐^{๕} กิโลเมตร ยาว ๒๘.๔ x ๑๐^{๕} กิโลเมตร (วันที่สามที่ปรากฏ ๒๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔)	๑๐๔
๔๔	ภาพพวยกาซสงัด รูปร่างคล้ายตอไม้ และมีลักษณะคล้ายกิ่งออกมาทั้งสองข้าง (๒๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔)	๑๐๕
๔๕	ภาพพวยกาซกัมมันต์ทำปฏิกริยาเกิดที่ขอบตะวันตก ในบริเวณกัมมันต์สูง ๔.๒ x ๑๐^{๕} กิโลเมตร และยาว ๑๒.๐ x ๑๐^{๕} (๕ มีนาคม ๒๕๒๔)	๑๐๖
๔๖	ภาพพวยกาซกัมมันต์ทำปฏิกริยา ลำของมวลสารเคลื่อนที่ในทิศทางสวนกันระหว่างทั้งสอง (๒๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔)	๑๐๗
๔๗.	ภาพพวยกาซกัมมันต์เกิดขึ้นที่ขอบตะวันออกในบริเวณกัมมันต์สูง ๕.๖ x ๑๐^{๕} กิโลเมตร เป็นลำมวลสารพุ่งลงสู่ศูนย์ดึงดูดที่ขอบดวงเป็นระยะทาง ๑๕.๘ x๑๐^{๕} กิโลเมตร (๒๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔)	๑๐๘
๔๘	ภาพพวยกาซกัมมันต์ (ซ้ายมือ) ส่วนบนพวยกาซเป็นลำมวลสาร พุ่งขึ้นระดับสูงแล้วจางหายไป (ขวามือ) ส่วนบนของพวยกาซเป็นลำมวลสารซึ่งบานออก เมื่อพุ่งสูงขึ้นแล้วโค้งลงสู่ศูนย์ดึงดูดขอบดวง	๑๐๙
๔๙	ภาพพวยกาซกัมมันต์อีกแบบ ซึ่งทั้งสองอันนี้มีศูนย์ดึงดูดร่วมกัน	๑๐๙
๕๐	ภาพถ่ายพวยกาซระเบิดเป็นลำมวลสารพุ่งพันถักกันไปในแนวเกือบขนานกับขอบดวง มีความสูง ๔.๑ x ๑๐^{๕} กิโลเมตร และยาว ๑๑.๐ x ๑๐^{๕} กิโลเมตร เกิดในบริเวณกัมมันต์ มีอายุสั้น เกิดขึ้นทางขอบทิศตะวันตก (๘ มีนาคม ๒๕๒๔)	๑๑๐
๕๑	แสดงปรากฏการณ์ที่ขอบดวงและกลางดวงจากภาพถ่ายความเร็วชัตเตอร์ $\frac{๑}{๔}$, $\frac{๑}{๖๐}$ วินาที ซึ่งแสดงถึงศูนย์ดึงดูดอยู่ในบริเวณที่มีจุดและพลาจ (๒๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔)	๑๑๑

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
๑	แสดงค่าตัวประกอบรูปร่าง–สัมประสิทธิ์ของความคลาดทรงกลมและโคมา ของเลนส์ที่ออกแบบ	๒๒
๒	แสดงค่าความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางของวงแหวนนิวตันของผิวโค้งที่ ๑	๓๘
๓	แสดงค่าความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางของวงแหวนนิวตันของผิวโค้งที่ ๒	๔๐
๔	แสดงค่าทางยาวโฟกัสของเลนส์บริเวณขอบและกลางเลนส์โดยวิธีทดสอบด้วยคมมีด	๔๙
๕	แสดงค่าทางยาวโฟกัสจากการทดสอบโดยวิธีของฮาร์ตแมน	๕๑
๖	รายการแสดงสภาพทางฟิสิกส์ที่ระดับต่าง ๆ ภายในดวงอาทิตย์	๕๖
๗	จำนวนตาข่ายโครโมสเฟียร์ในพื้นที่ที่กำหนด	๙๓
๘	แสดงความสูง รูปลักษณ์และบริเวณที่เกิดของพวยกาซ	๑๑๒