การสร้างไจโรสโคปที่มีความเสียดทานน้อยที่สุด

นาย ชัชวาล ปุญปัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2521

000631

I15498360

The Construction of Minimum Friction Gyroscope

Mr. Chatchawal Poonpun

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1978

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างไจโรสโคปที่มีความเสียดทานน้อยที่สุด
โดย	นายชัชวาล ปุญบัน
แผนกวิชา	ฟิสิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิยโย บันยารชุน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ วิชัย หโยตม)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อนันตสิน เตชะกำพุช)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำเริง ศรีสมบูรณ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิยโย บันยารชุน)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างไจโรสโคปที่มีความเสียดทานน้อยที่สุด
ชื่อนิสิต นายชัชวาล ปุญปัน
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิยโย ปันยารชุน
แผนกวิชา ฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2521

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ไจโรสโคป เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งซึ่งมีคุณสมบัติที่จะนำไปใช้ได้หลายอย่าง คุณสมบัติที่ว่าก็คือ ความพยายามในอันที่จะรักษาทิศทางของการหมุนไว้ ตลอดจนการหมุนควง เมื่อมีแรงคู่ควบภายนอกมากระทำ แต่ปัญหาหลักที่ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลงก็คือ ความเสียดทาน ได้มีการทดลองหาวิธีการลดแรงเสียดทานหลายอย่าง เช่น การให้ตัวหมุน หมุนอยู่ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในสภาพสูญญากาศเป็นต้น งานวิจัยนี้ก็คือการสร้างไจโรสโคปแบบสมดุลย์ที่สามารถเปลี่ยนค่าแรงคู่ควบตามต้องการได้ โดยจะสร้างให้มีลักษณะที่แกนของการหมุนหมุนได้ทุกทิศทาง นอกจากนี้จะใช้เบาะอากาศเป็นตัวลดแรงเสียดทาน นั่นคือใช้อากาศพ่นเข้าไปเพื่อยกฐานไจโรสโคปให้ลอยได้อย่างอิสระ ทั้งนี้เนื่องจากความเสียดทานของอากาศมีเพียงเล็กน้อย จึงทำให้ไจโรสโคปสามารถหมุนควงไปได้ดีมาก นอกจากนี้ยังใช้การส่งพลังงานโดยไม่ใช้สายเพื่อนำมาหมุนตัวหมุนด้วยหลักการของการเหนี่ยวนำด้วยคลื่นวิทยุความถี่สูงในระยะใกล้ ทำให้ตัวหมุนสามารถหมุนได้นานเท่าที่ต้องการ แต่กระนั้นก็ตาม เครื่องมือที่สร้างนี้ก็มีขีดความสามารถจำกัดในช่วงหนึ่ง ๆ ของเงื่อนไขในการทดลองเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่แกนของมอเตอร์ซึ่งติดกับตัวหมุนสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ในขณะที่ตัวหมุนกำลังหมุน และไจโรสโคปหมุนควงไป จึงทำให้แรงคู่ควบภายนอกที่มากระทำต่อไจโรสโคปไม่คงที่ จึงต้องคิดระยะทางที่ทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบด้วยค่าเฉลี่ยมาแก้และเพิ่มเติมในข้อมูล ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ก็คือสามารถสร้างเครื่องมือที่ให้ผลการทดลองช่วงที่ดีที่สุด คือให้ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5 % เมื่อเทียบกับทฤษฎี

Thesis Title	The Construction of Minimum Friction Gyroscope
Name	Mr. Chatchawal Poonpun
Thesis Advisor	Dr. Bhiyayo Panyarjun
Department	Physics
Academic Year	1978

ABSTRACT

Gyroscope is an important equipment and exhibits some very useful properties, such as the conservation of the direction of spin and precessing motion when an external force is applied. Its efficiency is greatly reduced by friction which represents a major problem in this instrument. There are many solutions to this problem one is to support the rotor in a high vacuum by an electric field in the electrostatic gyroscope, or by a magnetic field. In this research work we construct a balanced gyroscope, to which variation of couples can be applied and its spinning axis has two-degree-of-freedom. We introduce the air cushion to minimize the friction, by using the stream of air under pressure which serves as a film separating the surface of the base of the gyroscope from the supporting surface. The hindrance due to this air cushion is only slight and enables the gyroscope to precess with the minimum friction. Moreover by using the method of transmitting power without wires from a R.F. source to drive the motor, the rotation can be kept up for any length of time. Nevertheless the capacity of

this equipment is limited in a suitable range of a condition in the experiment. The shift of the axle of the motor during spin and precession introduces the uncertainty of force applied to gyroscope. In calculation we take the average distance from the center of the gravity of gyroscope to its fulcrum point to correct data. From this research work, the constructed minimum friction gyroscope produces less than 5 % errors comparing to its theory.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิยโย บันยารชุน ซึ่งให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านมาตลอด ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง. นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือทางเทคนิคหลายประการจาก พ.จ.อ.พูน อาจปรุ และข้อแนะนำจาก ผศ.สำเริง ศรีสมบูรณ์ จึงขอขอบพระคุณท่านทั้งสองไว้ ณ ที่นี้ด้วย. อนึ่งข้าพเจ้าขอขอบคุณกองเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, โรงงานแผนกวิชาฟิสิกส์, โรงงานแผนกวิชาเคมีเทคนิค, โรงงานหน่วยทัศนศาสตร์ ที่ได้ให้ความร่วมมือทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี.

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิตติกรรมประกาศ		ง
รายการตารางประกอบ		ช
รายการรูปประกอบ		ญ
บทที่	บทนำ	1
	1.1 ชนิดของไจโรสโคป	1
	1.2 หลักการเบื้องต้นของไจโรสโคป	2
	1.3 ความสำคัญของปัญหา	3
	1.4 แนวความคิดและขอบเขตของการวิจัย	3
	1.5 ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยนี้	3
บทที่ 2	ทฤษฎี	4
	2.1 ทฤษฎีของไจโรสโคป	4
	2.1.1 ความสัมพันธ์ของแรงคู่ควบและการหมุนควงในกรณีง่ายสุด	4
	2.1.2 การเคลื่อนที่ในกรณีแกนไจโรสโคปเอียงเป็นมุมคงที่	8
	2.2 การส่งกำลังโดยไม่ใช้สาย	11
	2.2.1 หลักการทำงานของเครื่องขยายแบบพุช-พูล	12
	2.2.2 วงจรและการทำงานของเครื่องส่งกำลัง	13
	2.2.3 วงจรและการทำงานของเครื่องรับกำลัง	14

หน้า

บทที่ 3 การสร้าง 16

3.1 การสร้างระบบฐานของไจโรสโคป 16

3.2 การสร้างตัวไจโรสโคป 18

3.3 การสร้างวงจรรับพลังงานเพื่อกรองไฟ 27

3.4 การหาจุดศูนย์ถ่วงของไจโรสโคป เมื่อยังไม่มีตุ้มน้ำหนักมาถ่วง 31

3.5 การหาจุดศูนย์ถ่วง เมื่อใส่ตุ้มน้ำหนักที่เปลี่ยนค่าได้ 34

3.6 ลักษณะของการส่งกำลังและอุปกรณ์ที่ใช้ 37

บทที่ 4 การทดลอง 38

4.1 การติดตั้งอุปกรณ์และวิธีการทดลอง 38

4.2 การวัดค่าต่าง ๆ ในการทดลอง 39

4.3 ขั้นตอนในการทดลอง 40

บทที่ 5 ข้อมูล 42

5.1 การทดลองครั้งแรก 42

5.2 การคำนวณ 69

5.3 การแก้ไขความคลาดเคลื่อนด้วยการคิดค่า h เฉลี่ย 80

5.4 การทดลองเพื่อตรวจสอบผล 82

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ 84

6.1 ผลทางด้านการสร้างเครื่องมือ 84

6.2 ผลของการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง 85

6.3 ผลของเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการหมุนของตัวหมุน 86

หน้า

6.4 สรุปเสนอแนะ 87

เอกสารอ้างอิง 88

ประวัติ 90

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
3.2	แสดงรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่สร้าง	19-26
3.4.3	แสดงความสัมพันธ์ของระยะทางจากจุดศูนย์ถ่วงของแต่ละชิ้นส่วนถึงจุดศูนย์ถ่วงของตัวหมุน	33
5.1.1	แสดงผลการทดลองเนื่องจากเงื่อนไขที่ 5.1.1	43
5.1.2	แสดงผลการทดลองเนื่องจากเงื่อนไขที่ 5.1.2	44
5.1.3	การเปรียบเทียบผลการทดลองกับการคำนวณ	45
5.1.4	เงื่อนไขในการใช้ตุ้มน้ำหนัก กรณีหมุนควงทวนเข็มนาฬิกา	47
5.1.5	เงื่อนไขในการใช้ตุ้มน้ำหนัก กรณีหมุนควงตามเข็มนาฬิกา.....	48
$5.1.4.1_{a,b,c}$ ถึง $5.1.4.9_{a,b,c}$	แสดงผลการทดลองเนื่องจากเงื่อนไข 5.1.4..	49-57
$5.1.5.1_{a,b,c}$ ถึง $5.1.5.11_{a,b,c}$	แสดงผลการทดลองเนื่องจากเงื่อนไข 5.1.5..	58-68
5.2.1	แสดงค่า $C\eta\Omega\left[1+\frac{f\theta\Omega}{\eta}\right]$ เนื่องมาจากค่า h_A ของข้อมูล a,b,c..	71
5.2.2	แสดงค่า $C\eta\Omega\left[1+\frac{f\theta\Omega}{\eta}\right]$ เนื่องมาจากค่า h_B ของข้อมูล a,b,c..	72
5.2.3	แสดงค่า $C\eta\Omega\left[1+\frac{f\theta\Omega}{\eta}\right]$ เนื่องมาจากค่า h_C ของข้อมูล a,b,c..	73
5.2.4	แสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างการคำนวณกับการทดลองจากข้อมูลชุด a....	74
5.2.5	แสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างการคำนวณกับการทดลองจากข้อมูลชุด b....	75
5.2.6	แสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างการคำนวณกับการทดลองจากข้อมูลชุด c ...	76
5.3	แสดงความคลาดเคลื่อน เมื่อแก้ด้วยการคิดค่าเฉลี่ยของ h	81
5.4.1	แสดงเงื่อนไขของการทดลองเพื่อตรวจสอบผล	82

ตารางที่		หน้า
5.4.2	แสดงค่าที่วัดได้จากเงื่อนไข 5.4.1	82
5.4.3	แสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างการคำนวณกับการทดลองด้วยค่า h ที่แก้แล้ว	83
6.2	แสดงความเบี่ยงเบนของอัตราการหมุนของมอเตอร์	85
6.3	แสดงผลการนับของสโตรโบสโคป สเกเลอร์และเครื่องนับความถี่ (frequency counter)	86

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1.1.1	ไจโรสโคปแบบสมดุลย์ (balanced gyroscope)	2
1.1.2	ไจโรสโคปแบบไม่สมดุลย์ (unbalanced gyroscope)	2
1.1.3	ไจโรสโคปแบบโฟคอลท์ (Foucault gyroscope)	2
2.1.1	แสดงลักษณะของไจโรสโคปในแนวระดับ	4
2.1.2	แสดงการเคลื่อนที่ของแกน CC	6
2.1.3	แสดงถึงแกนไจโรสโคปเอียงทำมุมกับแนวระดับ	8
2.2.1	วงจรแสดงการทำงานของเครื่องขยายแบบพุช-พูล	12
2.2.2	วงจรแสดงการทำงานของเครื่องส่ง (transmitter)	13
2.2.3	แสดงวงจรของเครื่องรับกำลัง (receiver).....	14
3.1	แสดงโครงสร้างฐานส่วนคงที่และส่วนเคลื่อนที่ของไจโรสโคป	17
3.2.1	แสดงขนาดของตุ้มน้ำหนักต่าง ๆ	26
3.3.1	แสดงวงจรรับกำลังและป้อนไฟตรงเข้ามอเตอร์	27
3.3.2	แสดงลักษณะแผ่นปริ๊นท์กับการจัดวางอุปกรณ์	28
3.3.3	แสดงการติดตั้งแผงกรองไฟและขดลวดเข้ากับตัวไจโรสโคป	28
3.3.4	แสดงเครื่องมือทั้งชุดเมื่อประกอบเสร็จ	29
3.3.5	แสดงภาพของจริงของไจโรสโคปเมื่อประกอบแล้ว	30
3.4	แสดงจุดศูนย์ถ่วงของอุปกรณ์แต่ละชั้นเมื่อประกอบเครื่องมือแล้ว โดยมองจากด้านบน	31

รูปที่ หน้า

3.5.1 แสดงส่วนที่สามารถเปลี่ยนแปลงระยะของตุ้มน้ำหนักบนคาน 34

3.5.2 แสดงการเลื่อนไปของตัวหมุนอันเนื่องมาจากแกนของมอเตอร์ 35

3.6 แสดงตำแหน่งของขดลวดส่งกำลังและขดลวดรับกำลัง 37

4.1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อทำการทดลอง 38

5.2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % ความคลาดเคลื่อนกับระยะ h ในกรณีข้อมูล a 77

5.2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % ความคลาดเคลื่อนกับระยะ h ในกรณีข้อมูล b 78

5.2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % ความคลาดเคลื่อนกับระยะ h ในกรณีข้อมูล c 79