

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การออกแบบและการสร้างแม่เหล็กสี่ขั้วสำหรับโพกัสลำอิเล็กตรอน ที่มีค่าพลังงาน 3 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์	
ชื่อผู้เขียน	นางสาวพิมพ์พร จันทร์ผอง	
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต	สาขาวิชาฟิสิกส์	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.นรา จิรภัทรพิมล	ประธานกรรมการ
	รองศาสตราจารย์ ดร.ฉิรพัฒน์ วิลัยทอง	กรรมการ
	รองศาสตราจารย์ ดร.สมศร สิงขรัตน์	กรรมการ

### บทคัดย่อ

ขั้นตอนสำคัญในการออกแบบแม่เหล็กสี่ขั้ว คือ การออกแบบรูปร่างของขั้วแม่เหล็กที่ทำให้ค่าเกรเดียนของสนามแม่เหล็กมีขนาดคงที่มากที่สุด โดยมีข้อจำกัดว่า รูปแบบของขั้วแม่เหล็กจะต้องสะดวกต่อการสร้างเป็นชิ้นงานด้วย ดังนั้นแนวทางสำคัญในการออกแบบจึงได้กำหนดรูปแบบของขั้วแม่เหล็กเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่มีรูปร่างคล้ายไฮเปอร์โบลามากที่สุด ส่วนขั้นตอนต่างๆในการออกแบบได้อาศัยผลการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป ชื่อ MAGNET สำหรับวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อออกแบบและสร้างแม่เหล็กสี่ขั้วที่มีรัศมีช่องเปิดระหว่างขั้วแม่เหล็ก 2 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร และมีค่าเกรเดียนของสนามแม่เหล็กเท่ากับ 5 เทสลาต่อเมตร ซึ่งจะสามารถใช้โพกัสลำอิเล็กตรอนพลังงาน 3 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ได้ ผลจากการออกแบบพบว่า ลักษณะของขั้วแม่เหล็กจะต้องมีความกว้างของขั้วเท่ากับ 3.4 เซนติเมตร ความยาวของขั้วแม่เหล็กถึงขอบนอกเท่ากับ 8.9 เซนติเมตร โดยมีการปรับแต่งขั้วแบบแทนเจนเชียลซิมมิงที่จุดห่างจากจุดกลางขั้วเท่ากับ 2.4 เซนติเมตร เส้นลวดที่ใช้พันขั้วแม่เหล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.29 มิลลิเมตร โดยจำนวนรอบที่พันเท่ากับ 200 รอบ ใช้กระแสสูงสุดเท่ากับ 4 แอมแปร์ ซึ่งให้ความร้อนสูงสุดเท่ากับ 50 วัตต์ ทำให้ไม่ต้องอาศัยน้ำหล่อเย็น เพื่อความแม่นยำในการประกอบขั้วแม่เหล็กทั้งสี่เข้าด้วยกัน โครงสร้างที่ใช้ยึดขั้วแม่เหล็กได้ถูกออกแบบให้มีรูปร่างวงกลม

ผลการทดลองวัดค่าของสนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กสี่ขั้วที่สร้างขึ้นพบว่า สนามแม่เหล็กมีความสมมาตรสูง และมีค่าสนามเกรเดียนคงที่ในบริเวณไม่น้อยกว่า 1.5 เซนติเมตรหรือ ไม่น้อยกว่า 0.75R ส่วน การวัดค่าความเข้มสนามบริเวณขอบของแม่เหล็กสี่ขั้ว (fringe field) พบว่า ความยาวยังผล มีค่าเท่ากับ 11.6 เซนติเมตร ส่วนการตรวจสอบกระแสที่ทำให้สนามแม่เหล็กอิ่มตัว (saturation) โดยใช้ค่ากระแสมากถึง 8 แอมแปร์ ก็ไม่พบ saturation effect แต่อย่างใด

<b>Thesis Title</b>	Design and Construction of Quadrupole Magnet for Focusing 3 MeV Electron Beam		
<b>Author</b>	Miss Pimporn Junphong		
<b>M.S.</b>	Physics		
<b>Examining Committee</b>	Assoc.Prof.Dr.Nara Chirapatpimol		Chairman
	Assoc.Prof.Dr.Thiraphat Vilaithong		Member
	Assoc.Prof.Dr.Somsorn Singkarat		Member

### Abstract

An important criteria in designing a quadrupole magnet is to design of a pole shape which can produce magnetic field with constant gradient. Another criteria on the design is that any designed pole shape can practically be fabricated. Consequently, a basic idea on the design is to replace a hyperbolic pole shape with a polygon which closely resemble it. The computer code, MAGNET, is employed in calculations through out the designing steps. The purpose of this study is to design and to construct a quadrupole magnet with 2 centimeter bore radius, 10 centimeter long and 5 Tesla per meter gradient, capable of focusing a 3 MeV electron beam. As a result of the design, it is found that the magnet must have 3.4 centimeter pole width and 8.9 centimeter pole root. The pole face is tangentially shimmed at 2.4 centimeter from the center. The magnet is excited by a 200 turn copper wire with 1.29 millimeter diameter with a maximum current of 4 Ampere. Thus it does not require any water cooling, since the maximum heat loss is only 50 Watts. Finally, a circular shape of an iron frame is employed for precise assembling of 4 poles.

In measuring the magnetic field of the constructed quadrupole magnet, it is found that the magnetic field has high degree of symmetry and has a region of constant gradient not less than 1.5 centimeter or 0.75 times the bore radius. In fringe field measurement, the effective length is found to be 11.6 centimeters. In regard to saturation, no saturation effect is found up to exciting current of 8 Ampere.