บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

ปัจจุบันระบบจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมีประโยชน์มากทางด้านห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางอุตสาหกรรมและงานค้นคว้าวิจัยทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ระบบจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนสามารถให้รายละเอียดภาพโครงสร้างไมโครบนพื้นผิวเท่านั้น การที่จะศึกษาโครงสร้างภายในชิ้นตัวอย่างจะต้องใช้สื่อในการสร้างภาพจุลทรรศน์ที่ทะลุผ่านชิ้นตัวอย่างได้ จึงนำไปสู่การพัฒนาระบบจุลทรรศน์รังสีเอกซ์ ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีได้มีการพัฒนาปืนอิเล็กตรอนแบบไมโครโฟกัสสำหรับถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์[1] เพื่อให้ได้กำลังขยาย และรายละเอียดภาพถ่ายรังสีเอกซ์ที่มีคุณภาพสูง วิทยานิพนธ์ดังกล่าวมีข้อเสนอแนะในการควบคุมโฟกัสลำอิเล็กตรอนที่ยังมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอในการควบคุมให้ลำอิเล็กตรอนเล็กกว่า 112.5 μm และอุปสรรคในการปรับโฟกัสให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการไม่ได้อาจมีผลมาจากการสร้างอุปกรณ์ในระบบอิเล็กตรอนออฟติก ไม่อยู่ในแนวแกนที่เที่ยงตรง ทำให้ช่องบังคับลำอิเล็กตรอนเหลื่อมกันกับต้นกำเนิดลำอิเล็กตรอน ซึ่งจำเป็นต้องมีระบบปรับแนวแกน (axis alignment) รวมถึงการสังเกตุและการควบคุมให้ลำอิเล็กตรอนตกกระทบบนเป้าโลหะที่ใช้ผลิตรังสีเอกซ์ ซึ่งทำได้ยากมาก เนื่องจากกลไกควบคุมที่สร้างขึ้นด้วยเครื่องมือที่มีอยู่ไม่ละเอียดเพียงพอ จึงมีผลต่อการมองตำแหน่งที่ลำอิเล็กตรอนตกกระทบบริเวณเรืองแสงที่จัดไว้ ทำให้ไม่สามารถสังเกตจุดโฟกัสที่ระดับใต้เลนส์ได้ นอกจากนี้การปรับตำแหน่งละเอียดให้ได้กึ่งกลางทำได้ลำบาก มีผลให้ภาพถ่ายรังสีแต่ละครั้งไม่อยู่ที่กึ่งกลางของบริเวณพื้นที่ฉายภาพของอุปกรณ์ฉายภาพรังสีเอกซ์ และพื้นที่ภาพถ่ายทั่วบริเวณมีปริมาณรังสีไม่สม่ำเสมอ แต่ระบบให้กระแสโปรบอิเล็กตรอนสูงกว่ากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่ใช้เปรียบเทียบผล หากสามารถทำให้ระบบอิเล็กตรอนออฟติกดีขึ้น จะได้จุดโฟกัสที่มีขนาดที่เล็กลง และเพิ่มกำลังขยายภาพถ่ายรังสีเอกซ์ได้สูงขึ้น โดยใช้เวลาถ่ายภาพที่สั้นกว่ากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนที่มีกระแสโปรบอิเล็กตรอนค่อนข้างต่ำ

ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบเลนส์ที่ควบคุมลำอิเล็กตรอนต่อเนื่องจากวิทยานิพนธ์ข้างต้น เพื่อให้ได้ต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ที่มีจุดโฟกัสเล็กลง โดยใช้เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า 2 ชุด ควบคุมขนาดปลายลำอิเล็กตรอน และสร้างอุปกรณ์ในการวัดขนาดลำอิเล็กตรอน สำหรับใช้ในการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ซึ่งให้กำลังขยายภาพสูง มีความคมชัดสูง และใช้เวลาถ่ายภาพรังสีที่สั้นลง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับงานถ่ายภาพรังสีด้านอุตสาหกรรม และงาน

ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ในการศึกษาโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และการศึกษาโครงสร้างของโพลีเมอร์ เป็นต้น เนื่องจากการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ที่ให้ประสิทธิภาพสูงนั้นจะต้องจัดกระบวนการถ่ายภาพชนิดที่มีกำลังขยายสูงและให้ความคมชัดภาพสูง ต้นกำเนิดรังสีเอกซ์จึงต้องมีขนาดจุดโฟกัสขนาดเล็กมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic lens) สำหรับโฟกัสลำอิเล็กตรอน เพื่อใช้ในการผลิตรังสีเอกซ์แบบไมโครโฟกัส

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. ออกแบบและสร้างเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับโฟกัสลำอิเล็กตรอน ให้มีจุดโฟกัสขนาดเล็กระดับ 10 μm

2. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์วัดขนาดของจุดโฟกัสลำอิเล็กตรอน

3. เปรียบเทียบความคมชัดของภาพถ่ายจุลทรรศน์รังสีเอกซ์และขนาดของลำอิเล็กตรอนกับภาพถ่ายและขนาดของลำอิเล็กตรอนก่อนที่จะพัฒนาระบบเลนส์ใหม่

1.4 ขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2. ศึกษาโครงสร้างและการทำงานของปืนอิเล็กตรอนชนิดไมโครโฟกัสที่จะพัฒนา

3. ออกแบบและสร้างระบบเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า

4. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์วัดขนาดของจุดโฟกัสลำอิเล็กตรอน

5. เปรียบเทียบความคมชัดของภาพถ่ายจุลทรรศน์รังสีเอกซ์และขนาดของลำอิเล็กตรอนที่ได้กับภาพถ่ายและขนาดของลำอิเล็กตรอนก่อนที่จะพัฒนาระบบเลนส์

6. สรุปและวิเคราะห์การวิจัยรวมทั้งเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ระบบเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อใช้ในการผลิตรังสีเอกซ์ชนิดไมโครโฟกัสที่มีความสามารถในการแจกแจงรายละเอียดสูง สำหรับนำไปใช้ถ่ายภาพชิ้นตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบโครงสร้างภายใน

1.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ปี พ.ศ. 2487 E. Ruska ขณะศึกษาที่ Technical College in Berlin ได้ทำการทดลองผลของรูปทรงของขั้วแม่เหล็กที่เลนส์วัตถุ ซึ่งส่งผลต่อการกระจายตัวของความเข้มสนามแม่เหล็ก พบว่า ถ้าเลนส์มีระยะห่างระหว่างขั้วแม่เหล็ก และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขั้วแม่เหล็กกว้าง ทำให้ความเข้มสนามแม่เหล็กอ่อน ซึ่งส่งผลให้ความยาวโฟกัสยาวส่วนเลนส์ที่มีระยะห่างระหว่างขั้วแม่เหล็กและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ ขั้วแม่เหล็กแคบจะมีความเข้มของสนมแม่เหล็กสูง

2. ปี พ.ศ. 2542 C.J. Edcombe, A.R. Lupini, J.H. Taylor ขณะศึกษาที่ภาควิชาฟิสิกส์ Cambridge university ได้ทำการศึกษาการออกแบบเลนส์แม่เหล็กที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรมในการคำนวณหาแนวโน้มการแปลงแปลงขนาดของ Pole piece กับความคลาดเคลื่อนแบบchromatic และ ความคลาดเคลื่อนแบบ spherical พบว่าที่ขนาด Pole piece ที่เล็กลง ทำให้ความคลาดเคลื่อนแบบchromatic และ ความคลาดเคลื่อนแบบ spherical ลดลงด้วย

3. ปี พ.ศ. 2545 กิตติพงศ์ เกษมสุข, สุวิทย์ ปุณณชัยยะ และ เดโช ทองอร่าม ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พัฒนาปืนอิเล็กตรอนที่โฟกัสลำอิเล็กตรอนด้วยเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้าให้เป็นต้นกำเนิดรังสีเอกซ์แบบไมโครโฟกัสสำหรับใช้ในงานด้านการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ซึ่งให้กำลังขยายที่มีคุณภาพสูง โดยให้ลำอิเล็กตรอนขนาด 112.5 μm และกระแสโปรบอิเล็กตรอนสูง

4. ปี พ.ศ. 2546 A.S.A Alamir ที่ภาควิชาฟิสิกส์ Assiut University ได้ทำการศึกษาเรื่องความเหมาะสมในการออกแบบเลนส์ออฟเจ็กทีฟว่าจะมีปัจจัยที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่าเมื่อเลนส์ออฟเจ็กทีฟค่า S/D อยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 2 จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่างๆต่ำ