บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

การวิเคราะห์ธาตุด้วยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์เป็นเทคนิคนิวเคลียร์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์แบบไม่ทำลายตัวอย่าง (non- destructive analysis) ซึ่งนอกจากเป็นวิธีที่สะดวกและให้ผลวิเคราะห์รวดเร็วแล้วยังมีความถูกต้องสูง ดังนั้นจึงมีการใช้วิธีการเรืองรังสีเอกซ์สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุในวัสดุ ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เช่น งานด้านอุตสาหกรรม ใช้วิเคราะห์หาส่วนผสมทางเคมีของเซรามิกส์ แก้ว เหล็กหล่อ โลหะผสม ซีเมนต์ ปริมาณกำมะถันและตะกั่วในน้ำมัน หรือในงานวิจัยเพื่อควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น หาปริมาณกำมะถันในเถ้าถ่านหิน หาปริมาณธาตุในฝุ่น หาปริมาณธาตุในดิน เป็นต้น การวิเคราะธาตุด้วยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์นี้อาศัยหลักการกระตุ้นสารตัวอย่างด้วยรังสีเอกซ์ปฐมภูมิ (primary x-ray) ซึ่งได้จากการสลายตัวตามธรรมชาติของไอโซโทปรังสี (radioisotope) หรือจากหลอดรังสีเอกซ์ (x-ray tube) ทำให้เกิดรังสีเอกซ์เรืองเฉพาะธาตุปลดปล่อยออกมาและวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองด้วยเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์ (x-ray spectrometer) อนึ่งในการใช้ต้นกำเนิดรังสีแบบไอโซโทปรังสีมีข้อจำกัดที่อายุการใช้งานรวมถึงไม่สามารถปรับความเข้มและพลังงานของรังสีได้ แต่หลอดรังสีเอกซ์เป็นต้นกำเนิดรังสีที่สามารถปรับความเข้มและพลังงานของรังสีได้ตามความเหมาะสม โดยอาศัยการปรับค่ากระแส และศักดาไฟฟ้าสูง ทำให้มีความสะดวกในการใช้งานและให้ประสิทธิภาพการกระตุ้นให้เกิดรังสีเอกซ์เรืองของธาตุต่าง ๆได้สูงกว่า ดังนั้นปัจจุบันระบบงานวิเคราะห์ธาตุด้วยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ทั้งแบบการแจกแจงพลังงาน (Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer ; EDXRFS) และการแจกแจงความยาวคลื่น (Wavelength Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer ; WDXRFS) จึงนิยมใช้หลอดรังสีเอกซ์เป็นต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ปฐมภูมิในการกระตุ้นให้เกิดรังสีเอกซ์เรือง

หลอดรังสีเอกซ์ที่ถูกผลิตขึ้นมาเฉพาะสำหรับงานวิเคราะห์หรือวิจัยมีราคาค่อนข้างสูงมากเมื่อเทียบกับหลอดรังสีเอกซ์ที่ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ถ่ายภาพทางทันตกรรม ดั้งนั้นถ้ามีการศึกษาคุณสมบัติและข้อจำกัดในการนำหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรมมาประยุกต์ใช้สำหรับ

งานวิเคราะห์ธาตุในช่วงพลังงานที่เหมาะสม จะทำให้ระบบวิเคราะห์ธาตุด้วยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์แบบโมดูลมาตรฐานนิม (NIM module) มีราคาประหยัดและมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ไอโซโทปรังสี

หลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรมโดยทั่วไปสามารถผลิตรังสีเอกซ์ด้วยศักดาไฟฟ้าขนาด 0-65 กิโลโวลต์ และกระแส 7.5 มิลลิแอมแปร์ [1] จากข้อมูลโดยทั่วไปของหลอดรังสีเอกซ์ในเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุแบบแจกแจงพลังงาน สามารถผลิตรังสีเอกซ์ปฐมภูมิในช่วงพลังงาน 0-30 และ 0-50 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ที่กระแส 100 - 500 ไมโครแอมแปร์ [2] จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรมมาใช้ในการผลิตรังสีเอกซ์ปฐมภูมิได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ปฐมภูมิสำหรับระบบวิเคราะห์ธาตุด้วยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์แบบแจกแจงพลังงานด้วยการใช้หลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรม โดยศึกษาและออกแบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าพร้อมทั้งศึกษาช่วงพลังงานของหลอดรังสีเอกซ์ที่เกิดจากหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรม กับข้อจำกัดในการวิเคราะห์ธาตุเนื่องจากหน้าต่างของหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรมไม่ได้ทำด้วยเบริลเลียม (beryllium) แต่ทำด้วยแก้วซึ่งเป็นส่วนผสมของ Na_2O , Al_2O_3 , SiO_2 , B_2O_3 [3,4]

จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาต้นกำเนิดกระตุ้นรังสีเอกซ์สำหรับเครื่องวิเคราะห์ด้วยการเรืองรังสีเอกซ์แบบแจกแจงพลังงาน โดยใช้หลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรม พบว่ายังไม่มีการศึกษาถึงการนำหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรมมาใช้ในงานด้านการวิเคราะห์หรือวิจัยโดยตรง นอกจากมีงานวิจัย ดังนี้

จักราวุธ พานิชโยทัย [5] ศึกษาเรื่อง การพัฒนาเครื่องถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก โดยพัฒนาระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าของหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรมและใช้ประโยชน์จากรังสีเอกซ์ในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และเก็บภาพนิ่งบนจอภาพ

แสงโรจน์ ภววงษ์ศักดิ์ [6] ศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบการวิเคราะห์การเรืองรังสีเอกซ์ด้วยต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นแบบสี่โอโซโทป คือ Fe - 55 , Cd - 109 , Am - 241 และ Co-57 โดยจะเลือกต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นให้เหมาะสมกับธาตุที่จะวิเคราะห์ในตัวอย่าง ระบบนี้สามารถวิเคราะห์ธาตุเบาได้ตั้งแต่ โปแทสเซียม (K) ด้วยขีดจำกัดการวัดเท่ากับ 0.68 ไมโครกรัม และธาตุหนักได้คือ ยูเรเนียม (U) ด้วยขีดจำกัดในการวัดเท่ากับ 31.19 ไมโครกรัม

F.A. Hanser , B. Sellers, and J. M. Brinkerhoff [7] ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณธาตุเบาในแร่ด้วยวิธีเรืองรังสีเอกซ์ของธาตุเบาในแร่ (X-ray Fluorescence Measurement of light Element in ores.) โดยใช้ Fe-55 เป็นต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ปฐมภูมิ และใช้หัววัดแบบพรอพอร์ชันแนลเคาว์เตอร์ (Proportional counter) พร้อมกับฮีเลียมไหลในระบบ (He-Flows) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ในช่วงพลังงานของธาตุตั้งแต่ Al (Z=13) ถึง Ca (Z=20)

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาต้นกำเนิดกระตุ้นรังสีเอกซ์โดยใช้หลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรม สำหรับใช้กับระบบวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์แบบแจกแจงพลังงาน
2. ศึกษาและทดลองหาข้อจำกัดในการใช้รังสีเอกซ์ปฐมภูมิจากหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรมในการวิเคราะห์ธาตุทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาวงจรไฟฟ้าของหลอดรังสีเอกซ์ การระบายความร้อน และสเปกตรัมพลังงานในช่วง 0-30 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ของหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรมขนาด 65 กิโลโวลต์ กระแส 7.5 มิลลิแอมแปร์
2. ออกแบบและสร้างแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าสูงปรับค่าได้จาก 0-30 กิโลโวลต์ และแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าต่ำสำหรับจุดไส้หลอด รวมทั้งระบบควบคุมการทำงานของหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรม
3. ทดสอบและหาข้อจำกัดในการใช้รังสีเอกซ์ปฐมภูมิจากหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรม ได้แก่ ช่วงพลังงานที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพ และขีดจำกัด (detection limit) ในการวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรม มาใช้เป็นต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ปฐมภูมิสำหรับการวิเคราะห์ธาตุแบบการแจกแจงพลังงานแทนต้นกำเนิดรังสีเอกซ์แบบไอโซโทปรังสีที่มีราคาสูง

2. เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ธาตุแบบการแจกแจงพลังงานในช่วงพลังงานต่ำ โดยใช้ต้นกำเนิดรังสีเอกซ์จากหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรม ซึ่งสามารถปรับช่วงพลังงานและความเข้มรังสีเอกซ์ในการวิเคราะห์ธาตุบางชนิดขึ้นใช้เองได้