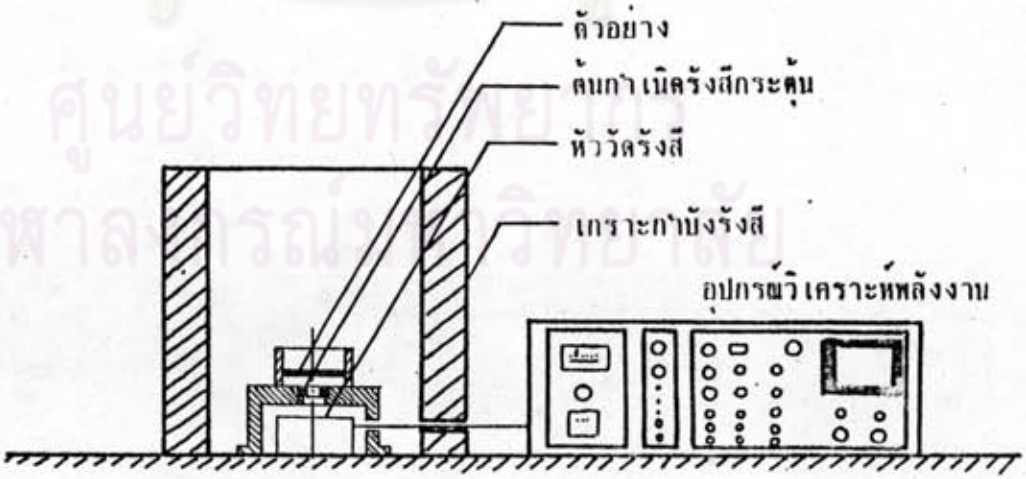
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยวิธีเรืองรังสีเอกซ์ (X-RAY FLUORESCENCE) ซึ่งจัดได้ว่าเป็นวิธีวิเคราะห์ที่มีความไวในการวิเคราะห์สูง มีความสะดวก รวดเร็วและมีความเที่ยงตรงวิธีหนึ่ง ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั่วไปในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของธาตุ ตั้งแต่ธาตุที่มีเลขอะตอม (ATOMIC NUMBER) เท่ากับ 9 (FLUORINE,F) ขึ้นไป ตลอดจนประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมโลหะการ อุตสาหกรรมกลั่นน้ำมัน การควบคุมสภาวะแวดล้อม ฯลฯ เป็นต้น

วิธีดั้งเดิมของระบบการวัดด้วยวิธีเรืองรังสีเอกซ์นั้น ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.1 การเปลี่ยนตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์ จำเป็นต้องใช้ปากคีบจับตัวอย่างออกมาหรือใส่เข้าไป หรือในขณะที่ธาตุที่จะวิเคราะห์ต้องการรังสีเอกซ์ปฐมภูมิที่มีพลังงานกระตุ้นมากหรือน้อยกว่าเดิม และต้องมีการเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ปฐมภูมิ (ต้นกำเนิดรังสีกระตุ้น) ซึ่งเป็นไอโซโทปใหม่เข้าไป ทั้งสองกรณีจะเห็นว่าไม่มีความสะดวกในการทำงานมากและขาดความปลอดภัยทางด้านรังสี เนื่องจากจะต้องรับโดส (DOSE) ระหว่างทำงานบ่อยครั้ง



รูปที่ 1.1 แสดงการจัดระบบวิเคราะห์ด้วยวิธีเรืองรังสีเอกซ์แบบดั้งเดิม

เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้งานและการวัดเพื่อวิเคราะห์ธาตุอันเป็นการช่วยให้ปฏิบัติงานได้สะดวก รวดเร็ว ปลอดภัยและเพิ่มขีดจำกัดของการวิเคราะห์ จึงเกิดแนวความคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองด้วยต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นแบบสี่ไอโซโทปขึ้น โดยสามารถที่จะเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นแบบไอโซโทปแต่ละไอโซโทปได้ตามความเหมาะสมของธาตุที่จะทำการวิเคราะห์และเปลี่ยนตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์ได้โดยอาศัยกลไกการควบคุมคำสั่งภายนอก การออกแบบจานเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นแบบไอโซโทป จะเป็นชิ้นส่วนที่ปรับปรุงขีดจำกัดของธาตุที่จะทำการวิเคราะห์ด้วย อีกทั้งภายในตัวเครื่องวิเคราะห์ยังมีเกราะกำบังรังสี เพื่อป้องกันอันตรายทางด้านรังสีให้กับผู้ปฏิบัติงานวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วย

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการออกแบบสร้างเครื่องวิเคราะห์

วัตถุประสงค์ของการออกแบบสร้างเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองด้วยต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นแบบสี่ไอโซโทป คือ

1.2.1 ศึกษาและปรับปรุงประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการใช้อุปกรณ์บังคับลำรังสีกระตุ้น

1.2.2 ศึกษาและปรับปรุงขีดจำกัดของการวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพและปริมาณ

1.2.3 ศึกษาและออกแบบจานเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นพร้อมทั้งเกราะกำบังรังสีภายในตัวเครื่องวิเคราะห์และจานเปลี่ยนตัวอย่าง

1.2.4 ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองด้วยต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นแบบสี่ไอโซโทป

ขอบเขตของการออกแบบเครื่องวิเคราะห์คือ สามารถเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นสี่ไอโซโทปได้ตามความเหมาะสมของธาตุที่จะวิเคราะห์และสามารถเปลี่ยนหรือใส่ต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นเมื่อความเข้มของรังสีกระตุ้นของต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นลดลงจนไม่สามารถที่จะวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง สามารถที่จะทำการวิเคราะห์ได้อย่างต่อเนื่องถึงแม้ตัวอย่าง โดยการใส่ตัวอย่างจากภายนอกเครื่องวิเคราะห์ การเพิ่มประสิทธิภาพการวัดอาจจะทำได้โดยการจัดระบบให้ระยะห่างระหว่างตัวอย่างกับต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นให้เหมาะสมหรืออาจจะเพิ่มอุปกรณ์บังคับลำรังสีกระตุ้นเข้าไปในระบบก็ได้ การกำหนดขีดจำกัดต่ำสุดของการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์นี้ จะทำการทดลองมาจากเครื่องโดยตรงซึ่งจะใช้ธาตุโพแทสเซียม(K) ธาตุแบเรียม (Ba) และธาตุยูเรเนียม(U) มาทดสอบ ส่วนหัววัดรังสีนั้น เครื่องวิเคราะห์นี้สามารถใช้ได้กับหัววัดแบบไฮเปอร์เพียวเจอร์เมเนียม (HYPERPURE GERMANIUM : HPGe) หรือแบบพรอพพอร์ชันแนล (PROPORTIONAL)

1.3 แนวความคิดและข้อมูลที่นำมาใช้ในการออกแบบ

จากการค้นคว้าหนังสือและวารสารที่มีการเผยแพร่เกี่ยวกับเครื่องวิเคราะห์ด้วยวิธีเรืองรังสีเอกซ์จากต่างประเทศ พอจะสรุปได้ดังนี้ คือ

1.3.1 ปี ค.ศ.1971, J.KUUSI,M.VIRTANEN และ P.JANHO จาก THE STATE INSTITUTE FOR TECHNICAL RESEARCH REACTOR LABORATORY OTANEIMI ประเทศ FINLAND ได้แสดงแบบภาพตัดขวางของเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุหนัก ๆ โดยใช้ Co-57 เป็นต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นและใช้ Si(Li) เป็นหัววัดรังสี ดังรูป ค.1 ในภาคผนวก

1.3.2 ปี ค.ศ.1974, B.J.PRICE และ K.M.FIELD จาก AMERICAN LABORATORY;TELSEC INSTRUMENT,LTD. ได้แสดงแบบภาพตัดขวางของเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองไว้สองแบบ คือ

- LAB-X100 ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ ในตัวอย่างน้ำมันโดยใช้ Fe-55 เป็นต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นและใช้หัววัดแบบพรอพพอร์ชันแนลคู่ ดังรูป ค.2 ในภาคผนวก
- LAB-X200 ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำมันโดยใช้ Pu-238 หรือ Cd-109 เป็นต้นกำเนิดรังสีกระตุ้น พร้อมทั้งแผ่นกรองรังสีและใช้หัววัดแบบพรอพพอร์ชันแนลคู่ ดังรูป ค.3 ในภาคผนวก

1.3.3 ปี ค.ศ.1979, S.P. KASEMSANTA จากสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งร่วมมือกับ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY,VIENNA. ได้แสดงแบบภาพตัดขวางที่ประกอบด้วยต้นกำเนิดรังสีกระตุ้น ตัวอย่างที่จะวิเคราะห์และหัววัดแบบ HPGe โดยได้แสดงระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นกับตัวอย่างแร่ที่ได้มาจากการสำรวจแหล่งแร่ยูเรเนียมของไทย เท่ากับ 0.95 เซนติเมตร ดังรูป ค.4 ในภาคผนวก

1.3.4 LINK SYSTEMS (U.S.A.) INC. ได้เสนอรายละเอียดอุปกรณ์ (CATALOG) เครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรือง ชื่อ XR-500 โดยใช้หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์เป็นต้นกำเนิดรังสีกระตุ้น ซึ่งมีพลังงานกระตุ้นมากที่สุดเท่ากับ 50 kV ที่ 1 mA จานใส่ตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ได้ 20 ตัวอย่าง ใช้หัววัดแบบ Si(Li) และแผงควบคุมอุปกรณ์ทางอิเล็คทรอนิคส์ส่วนการควบคุมการทำงานและเก็บข้อมูลใช้ MICRO COMPUTER ขนาด 32 K ดังรูป ค.5 ค.6 และ ค.7 ในภาคผนวก

1.4 ขั้นตอนในการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์

1.4.1 ศึกษาและค้นคว้าเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยวิธีเรืองรังสีเอกซ์

1.4.2 ศึกษาและปรับปรุงประสิทธิภาพในการวิเคราะห์

1.4.3 ศึกษาและปรับปรุงขีดจำกัดของการวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพและปริมาณ

1.4.4 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองรังสี

1.4.5 ทดลองและสรุปข้อมูลเครื่องต้นแบบ

1.4.6 สรุปผลและเขียนรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่จะได้จากการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์

1.5.1 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพและปริมาณ

1.5.2 สามารถสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองด้วยต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นแบบสี่ไอโซโทป โดยสามารถเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นและตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ด้วยระบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติ

1.5.3 ช่วยให้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเรืองรังสีเอกซ์ใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว และลดอันตรายในการปฏิบัติงานด้านรังสีลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย