บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสี (Radiography) และการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี (Computed Tomography) เป็นการตรวจสอบโดยไม่ทำลายและเริ่มเป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะให้ผลถูกต้องและแม่นยำ แต่การตรวจสอบด้วยวิธีการดังกล่าวนั้นยังมีข้อจำกัดอยู่บ้าง ทั้งนี้เพราะการเลือกใช้รังสีเอกซ์ (x-ray) และรังสีแกมมา (gamma ray) จะให้ผลดีสำหรับชิ้นงานที่มีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากรังสีดังกล่าวถูกดูดกลืนด้วยโลหะหนักได้ดี ส่วนชิ้นงานของธาตุที่มีเลขอะตอมต่ำเป็นส่วนประกอบนั้น รังสีเอกซ์และรังสีแกมมาจะทะลุผ่านเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นภาพถ่ายที่ได้จึงไม่เพียงพอสำหรับการตรวจสอบคุณภาพ

ในงานวิจัยนี้จึงเสนอวิธีการคำนวณสร้างภาพตัดขวางด้วยเทคนิคการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน ทั้งนี้เพราะการตรวจสอบชิ้นงานที่ประกอบไปด้วยธาตุหนักและธาตุเบาโดยเฉพาะธาตุที่มีการดูดกลืนนิวตรอนสูงรวมอยู่ในชิ้นงานนั้น เมื่อถ่ายภาพด้วยนิวตรอนจะได้รายละเอียดที่ดีกว่า เนื่องจากนิวตรอนมีอันตรกิริยาต่อชิ้นงานนั้นได้ดี และถูกดูดกลืนมากเมื่อวัสดุมีค่าภาคตัดขวางของการดูดกลืนสูง เช่น โบรอน (Boron) ลิเทียม (Lithium) แคดเมียม (Cadmium) อินเดียม (Indium) และแกโดลิเนียม (gadolinium) เป็นต้น เทคนิคการสร้างภาพโทโมกราฟีโดยการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนนั้น ได้ออกแบบชุดถ่ายภาพและบันทึกภาพด้วยฟิล์มถ่ายภาพรังสี การหมุนของชิ้นงานจะสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของฟิล์ม เพื่อให้ได้ภาพโปรเจกชัน (projection image) ของชิ้นงานหลาย ๆ ภาพ และนำภาพถ่ายที่ผ่านกระบวนการล้างฟิล์มแล้วมาอ่านค่าความดำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี สำหรับต้นกำเนิดนิวตรอนนั้น ได้จากลำนิวตรอนของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย ที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งให้ความเข้มของนิวตรอนสูง ทำให้ได้ภาพคมชัดและใช้เวลาในการถ่ายภาพไม่นานนัก

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีโดยเทคนิคฟิล์มและทดลองสร้างภาพโทโมกราฟีจากชิ้นงานทดสอบ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบชุดบังคับลำนิวตรอนและกำบังรังสีเพื่อใช้ในการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน
2. ปรับปรุงโปรแกรมควบคุมระบบการขับเคลื่อนตลับบรรจุฟิล์ม การหมุนชิ้นงานทดสอบและการอ่านความดำของแผ่นฟิล์มโดยอัตโนมัติให้เหมาะสมกับการถ่ายภาพด้วยเทคนิคนิวตรอน
3. ทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพโดยใช้นิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย ปปว-1/1 ณ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
4. ออกแบบชิ้นงานทดสอบที่เหมาะสม เพื่อทดลองถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยเทคนิคฟิล์ม
5. ทดลองสร้างภาพโทโมกราฟีของชิ้นงานทดสอบที่ออกแบบ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบชุดบังคับลำนิวตรอนและกำบังรังสี เพื่อการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนโดยเทคนิคฟิล์ม
3. ปรับปรุงโปรแกรมควบคุมระบบการขับเคลื่อนตลับบรรจุฟิล์ม การหมุนชิ้นงานทดสอบ และการอ่านความดำของฟิล์ม
4. ทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพโดยใช้นิวตรอน
5. ออกแบบชิ้นงานทดสอบและทดลองสร้างภาพ
6. สรุปผลวิจัย และเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้

ได้เทคนิคการสร้างภาพโทโมกราฟีด้วยนิวตรอนโดยใช้เทคนิคฟิล์ม สำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ปี พ.ศ. 2532 Shoji Honda และคณะ ศึกษาการสร้างภาพโทโมกราฟีด้วยนิวตรอนโดยเทคนิคฟิล์มเพื่อใช้กับวัตถุขนาดเล็กๆ โดยใช้เทคนิคการถ่ายภาพวัตถุหลายๆระนาบด้วยนิวตรอน โดยใช้กล้องถ่ายภาพอัตโนมัติลงบนฟิล์มถ่ายภาพแบบม้วน ถ่ายภาพวัตถุที่หมุนเป็นมุมต่างๆได้สูงสุด 100 ภาพ ใช้ Gd converter เป็นฉากเปลี่ยนนิวตรอน อ่านฟิล์มด้วยเครื่องอ่านความดำแบบ micro-densitometer ที่มี หัวอ่านขนาด 25 x 25 ไมครอน แล้วแปลงสัญญาณเป็นข้อมูลโปรเจคชัน เปลี่ยน ค่าความดำเป็น integral neutron cross section แล้วคำนวณสร้างภาพโดยใช้ convolution integral method โดยใช้ Shepp & Logan Filter Function ในการสร้างภาพกลับ แล้วพิมพ์ภาพที่ได้ด้วยเครื่องพิมพ์แบบจุด

ผลการศึกษาสามารถถ่ายภาพแถวของแท่งเหล็กกล้าไร้สนิมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 , 0.6 , 0.8 และ 1.0 มิลลิเมตร ในภาชนะอลูมิเนียมให้รายละเอียดชัดเจนขึ้นเมื่อใช้เทคนิคการสร้างภาพช่วย (AWF image restoration technique) แต่จะมีประสิทธิผลสำหรับวัตถุที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนเท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถหาขนาดของ pellets จำลองของแท่งเชื้อเพลิงที่มีขนาดใหญ่กว่า 300 ไมครอนได้

2. ปี พ.ศ.2538 วัลยา เอี่ยมสุรนันท์ ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปแบบคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีเพื่อการตรวจสอบชิ้นงานอุตสาหกรรมโดยโปรแกรมภาษาซี โดยใช้ทฤษฎีการคำนวณสร้างภาพด้วยเทคนิคคอนโวลูชันแบกโปรเจกชัน และเลือกใช้ฟิลเตอร์ฟังชันของ Shepp-Logan หรือ Ram Lak ทั้งโหมดเทกซ์และโหมดกราฟิก โดยเก็บข้อมูลโปรเจกชันด้วยวิธีการถ่ายภาพเอกซเรย์ของวัตถุตัวอย่างลงบนฟิล์มเอกซเรย์ เก็บข้อมูลด้วยเทคนิคฟิล์ม 52 โปรเจคชัน 231 เรย์ซัม ระยะห่างระหว่างเรย์ซัม 0.5 มิลลิเมตร ค่ามุมที่เปลี่ยนไปแต่ละโปรเจคชัน เท่ากับ 3.6 องศา แสดงผลภาพบนโหมดกราฟิก โดยเลือกความละเอียดของจุดภาพได้ 640 x 480, 800 x 600 และ 1024 x 768 จุดภาพด้วยระดับสี 64 หรือ 256 ระดับ

3. ปี พ.ศ. 2538 ผศ. สมยศ ศรีสถิตย์ และ อ. อรรถพร ภัทรสุมันต์ ได้ทำการวิจัยเรื่องการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีด้วยเทคนิคฟิล์มเพื่อการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย โดยศึกษาการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีหรือภาพตัดขวางของวัตถุโดยใช้เทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ลงบนฟิล์มหลายๆระนาบ โดยหมุนวัตถุทีละ 3.6 องศาจนได้ภาพอย่างน้อย 180 องศา แล้วนำภาพเอกซ์เรย์ไปอ่านค่าความดำด้วยเครื่องอ่านความดำอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยระบบไมโครคอมพิวเตอร์ บันทึกข้อมูล โปรไฟล์ที่อ่านได้ลงบนแผ่นดิสก์แล้วนำไปคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี

ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ใช้หลักการคอนโวลูชันฟิลเตอร์แบคโปรเจคชัน โดยใช้ฟิลเตอร์ของ Shepp-Logan ในการคำนวณสร้างภาพได้ภาพโทโมกราฟีของวัตถุที่มีความคมชัดและให้รายละเอียดดี