บทที่ 6

สรุป วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การทดสอบเครื่องถ่ายภาพโทรทัศน์ด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก ได้ผลดังนี้

6.1.1 จากการทดลองหาความสอดคล้องของแผ่นเรืองรังสีกับกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์ พบว่า ที่พลังงานรังสีเอกซ์ต่ำนั้น ฉากเพิ่มความเข้มแสงจากการเรืองรังสีเอกซ์ (Intensifying screen) ไม่เหมาะกับกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์ เนื่องจากกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์ไม่สามารถรับแสงที่เกิดจากฉากเพิ่มความเข้มแสงจากการเรืองรังสีเอกซ์ได้ เพราะไวต่อความยาวคลื่นต่างกัน แต่เมื่อพลังงานสูงขึ้นแสงที่ออกจากฉากเพิ่มความเข้มแสงจากการเรืองรังสีเอกซ์ มีช่วงกว้างของสเปคตรัม (Spectrum) ของแสงมากขึ้นจึงทำให้กล้องถ่ายภาพโทรทัศน์รับภาพได้เล็กน้อย ดังผลการทดลองรูปที่ 5.4 ถึงรูปที่ 5.8

สำหรับแผ่นเรืองรังสีของบริษัท Toshiba รุ่น FU นั้น เป็นแผ่นเรืองรังสี (Fluoroscopic screen) ที่ให้แสงที่มีความยาวคลื่นออกมาในช่วงที่กล้องถ่ายภาพโทรทัศน์รับได้ จึงทำให้ได้ภาพทั้งพลังงานรังสีเอกซ์สูงและต่ำ แต่ที่พลังงานรังสีเอกซ์สูงนั้น ภาพที่ได้จะมีความชัดเจนมากกว่า เนื่องจากความเข้มของแสงที่ออกจากแผ่นเรืองรังสีมีปริมาณมากกว่า ดังแสดงในรูปที่ 5.2 และรูปที่ 5.3

6.1.2 จากการทดสอบอินเวอร์เตอร์ พบว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 89 เปอร์เซ็นต์ ที่ภาระหลอดไฟ 3 หลอด แต่เมื่อจำนวนหลอดไฟมากขึ้น ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์จะลดลงเนื่องจากการสูญเสียกำลังในเพาเวอร์มอสเฟท ดังกราฟในรูปที่ 5.10 จากการใช้งานพบว่า สามารถจ่ายกำลังงานให้กับหม้อแปลงแรงดันสูงได้ดี นอกจากนี้ในระหว่างการพัฒนาหม้อแปลงแรงดันสูงนั้น ได้เกิดการอาร์ค (Arc or spark) ของ

แรงดันสูงขึ้นหลายครั้งซึ่งส่งผลให้อินเวอร์เตอร์ต้องทำงานเกินกำลังเป็นอันมาก หลังจากการอาร์ค ได้ทำการตรวจสอบวงจรอินเวอร์เตอร์โดยละเอียด พบว่าไม่มีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้น

6.1.3 ผลการทดสอบวงจรเก็บภาพ พบว่าสามารถให้ความละเอียดของภาพที่เก็บไว้ในหน่วยความจำในแนวตั้ง 200 เส้น และ 200 เส้นในแนวนอน

6.1.4 ผลการทดสอบความละเอียดของภาพถ่ายรังสีเอกซ์ที่อ่านข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำพบว่าสามารถให้ความละเอียดในแนวตั้ง 0.7 เส้นต่อมิลลิเมตร และ 0.6 เส้นต่อมิลลิเมตรในแนวนอน ที่ 65 kV 4 mA ดังรูปที่ 5.22

6.2 วิจารณ์ผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้มีปัญหาและอุปสรรคอยู่หลายประการ คือ

6.2.1 ปัญหาในการออกแบบวงจรเก็บภาพ การออกแบบวงจรเก็บภาพเกิดปัญหาในการเชื่อมต่อสัญญาณออกไปสู่จอภาพ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยยึดถือมาตรฐานว่าแรงดันของสัญญาณภาพที่ออกไปสู่จอภาพนั้นมีค่าเป็น 1 Vp-p แต่เนื่องจากไม่ได้ใช้จอภาพมอนิเตอร์ซึ่งรับสัญญาณภาพโดยตรง หากแต่ได้ทำการดัดแปลงเครื่องรับโทรทัศน์มาใช้เป็นจอแสดงภาพ จึงเกิดปัญหาในการเชื่อมโยงสัญญาณเข้าสู่ภายในเครื่องรับโทรทัศน์ ทั้งนี้ เนื่องจากจุดที่จะทำการเชื่อมต่อสัญญาณในวงจรโทรทัศน์นั้นมีระดับไฟตรงไม่เท่ากับระดับสัญญาณมาตรฐาน จึงทำให้เกิดปัญหาจากการเลื่อนระดับสัญญาณจากไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น ซึ่งทำให้ภาพที่ได้สว่างจ้ากว่าปกติในกรณีที่กล้องถ่ายภาพที่มีฉากหลัง (Background) มืด ได้จัดการแก้ไขโดยเพิ่มวงจร DC restorer เข้าไปในวงจรเพื่อแก้ปัญหานี้

6.2.2 ปัญหาจากการรบกวนของสัญญาณความถี่สูงในวงจรเก็บภาพ เนื่องจากวงจรเก็บภาพที่ออกแบบนี้ใช้ฐานเวลาจากผลึกคริสตอลที่มีความถี่สูงมาก จึงก่อให้เกิดการรบกวนอุปกรณ์ภายในวงจรเอง ทำให้ภาพที่ได้มีการรบกวนจากคลื่นความถี่สูงมากในระยะแรกของการวิจัย แก้ไขโดยใช้เทคนิคในการออกแบบ กราวด์เพลน (Ground plane) เข้ามาช่วยลดปัญหา ร่วมกับการบายพาสสัญญาณรบกวนออกจากแหล่งจ่ายไฟตรงด้วยตัวเก็บประจุ ซึ่งทำให้ลดการรบกวนลงไปได้บางส่วน

6.2.3 การเดินสายเชื่อมโยงเพาเวอร์มอสเฟท ก่อให้เกิดปัญหาได้เช่นกัน กล่าวคือ เพาเวอร์มอสเฟทอาจจะเกิดการออสซิลเลทในตัวเองได้ หากเดินสายเชื่อมโยงจากขาเกตของเพาเวอร์มอสเฟทยาวเกินไป ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำเอาอุปกรณ์บางตัวติดตั้งที่ตัวเพาเวอร์มอสเฟทโดยตรง แทนที่จะทำการติดตั้งบนแผ่นลายวงจร นอกจากนี้การเดินสายเชื่อมโยงยาวเกินไปจะก่อให้เกิดค่าความเหนี่ยวนำแฝง ซึ่งจะส่งผลให้มีแรงดันสไปร์คเกิดขึ้นได้ ในกรณีที่ความถี่ของอินเวอร์เตอร์สูง อย่างเช่นในวงจรอินเวอร์เตอร์สำหรับจุดไส้หลอด

6.2.4 การสร้างหม้อแปลงแรงดันสูง สำหรับหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ มีอุปสรรคหลายประการ นับตั้งแต่วัสดุที่เลือกใช้เป็นฉนวนรองระหว่างชั้นของขดลวด ซึ่งได้ใช้แผ่นฟิลม์ไมล่ามาเป็นฉนวน จึงช่วยลดปัญหาในการสปาร์คระหว่างขดได้ แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคในการทำสุญญากาศของผู้วิจัยยังไม่ดีพอเนื่องจากขาดเครื่องมือ จึงทำให้เกิดปัญหาในการอาร์คระหว่างสายไฟแรงดันสูงกับ ตัวถังที่ใช้ห่อหุ้มหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์เสมอๆ

6.2.5 เนื่องจากในระบบอินเวอร์เตอร์นั้น ต้องการให้แรงดันสม่ำเสมอในระหว่างการสวิทช์ จึงได้ใช้ตัวเก็บประจุที่มีค่าสูงมากเพื่อลดอิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่ายไฟตรงลงไป ซึ่งได้ผลดีในการรักษาระดับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟตรง แต่กลับก่อให้เกิดปัญหาในจังหวะที่เปิดสวิตช์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่อง กล่าวคือ จะเกิดกระแสไหลเข้าสู่ตัวเก็บประจุมากจนก่อให้เกิดประกายไฟที่หน้าผิวสัมผัสของสวิตช์ หรือ รีเลย์ แก้ไขโดยใช้การปล่อยให้กระแสไหลผ่านความต้านทานเข้าไปประจุในตัวเก็บประจุจนเต็มก่อนแล้วจึงทำการต่อเชื่อมสายส่งกำลัง

6.2.6 ปัญหาเรื่องวัสดุ บางครั้งพบว่าวัสดุที่เหมาะกับงานที่จะใช้ไม่สามารถหาซื้อได้ จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแนวทางในการออกแบบ

6.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยที่ผ่านมา ขอเสนอแนะแนวทาง ในการพัฒนาระบบถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ระบบเก็บภาพ ดังต่อไปนี้

6.3.1 ในการพัฒนาระบบถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์แบบเก็บภาพ ที่จะมีต่อไปในอนาคต ควรจะให้เครื่องมีความสามารถในการปรับแรงดันไฟฟ้าสูง (kV)ได้ด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก ระบบเก็บภาพนี้ ได้ทำการเก็บภาพโดยกำหนดเวลาไว้คงที่ และควรหาสารเรืองรังสีเอกซ์ที่สามารถให้ปริมาณความเข้มแสงสูงโดยใช้ปริมาณรังสีต่ำ

6.3.2 การลดปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพแต่ละครั้ง สามารถทำได้โดยใช้ระบบการสแกนตามจำนวนเส้นภาพที่ต้องการ ซึ่งจะช่วยลดขนาดของลำรังสี และอุปกรณ์รับภาพเฉพาะตำแหน่ง

6.3.3 ระบบเก็บภาพที่น่าจะได้รับการพัฒนาต่อไป ควรมีความสามารถในการเก็บข้อมูลลงสู่แผ่นจานแม่เหล็ก หรืออุปกรณ์เก็บข้อมูลอื่นๆ ได้ เพื่อสามารถนำมาเป็นหลักฐาน หรือนำกลับมาดูได้เมื่อต้องการ และยังปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายรังสีเอกซ์ให้ชัดเจนขึ้นด้วยระบบเชิงเลข

6.3.4 ในระบบที่ต้องการนำไปใช้ในด้านการแพทย์ ควรจะมีความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า 1778 X 1422 จุดภาพ สำหรับพื้นที่ถ่ายภาพขนาด 8 X 10 ตารางนิ้ว ซึ่งจะให้ความละเอียดเทียบเท่ากับ ระบบถ่ายภาพแบบฉากเพิ่มความเข้มแสงจากการเรืองรังสีเอกซ์กับฟิล์ม (7 lines/mm) ซึ่งในกรณีนี้ระบบแปลงสัญญาณเชิงเส้นเป็นเชิงเลขจะต้องมีความเร็วในการแปลงสัญญาณไม่ต่ำกว่า 64 μs/ 1778 pixels = 35.99 นาโนวินาที ซึ่งสามารถใช้วงจรรวมหมายเลข CA3308 มาขนานกันได้

6.3.5 เนื่องจากระบบเก็บภาพทำงานที่ความถี่สูงมาก ดังนั้นการออกแบบลายวงจรจริงควรใช้เทคนิคกราวด์เพลน ร่วมกับ การแยกระบบกราวด์ของสัญญาณเชิงเส้นและสัญญาณเชิงเลขจากกัน และเพิ่มวงจรดีคัปปลิ้ง (Decoupling)เข้าในวงจรจ่ายไฟ

6.3.6 การสร้างหม้อแปลงแรงดันสูง ควรคำนึงถึงความสะอาดและความชื้นของน้ำมันฉนวนเป็นสำคัญ นอกจากนี้ การออกแบบตัวถังที่บรรจุอุปกรณ์แรงดันสูงควรจะออกแบบเป็นรูปทรงที่ไม่มีเหลี่ยมมุม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสนามไฟฟ้าความเข้มสูงในบริเวณ

ที่เป็นเหลี่ยมมุม สำหรับเทคนิคในการทำสุญญากาศนั้น ให้ใช้เครื่องทำสุญญากาศที่สามารถลดความดันลงเหลืออย่างมากไม่เกิน 2 mmHg และทำการดูดอากาศออกไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาตรของถังแรงดันสูง (5)

6.3.7 เพื่อลดการสูญเสียกำลังในตัวเพาเวอร์มอสเฟทลง จึงควรใช้แรงดันจากแหล่งจ่ายไฟตรงสูงขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย