บทที่ 1

บทนำ

ความเบื้องต้น

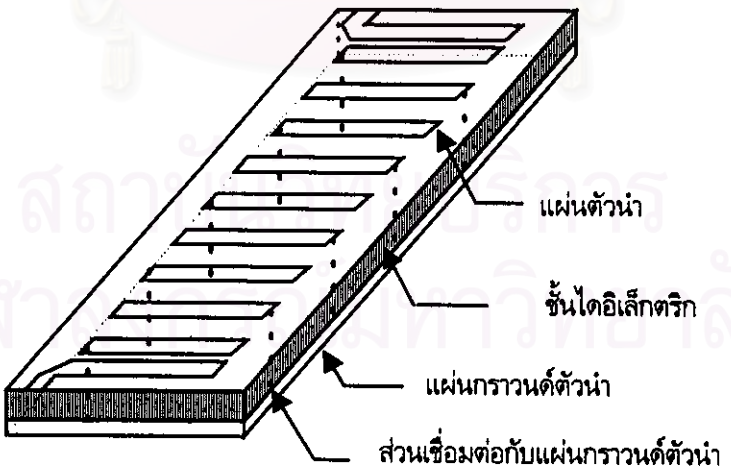
การรับส่งสัญญาณของระบบสื่อสารที่ใช้คลื่นไมโครเวฟ ปัญหาที่เกิดขึ้นประเภทหนึ่งคือ มีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นในสัญญาณที่ต้องการรับส่ง วิธีแก้ปัญหาได้แก่ การใช้สายนำสัญญาณที่เหมาะสมกับระบบ การออกแบบวงจรกรองความถี่ที่เหมาะสมกับย่านความถี่ใช้งาน การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีระบบป้องกันสัญญาณรบกวน เป็นต้น

วงจรกรองความถี่แบบไมโครสตริปเป็นวงจรกรองความถี่ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ข้อดีของวงจรกรองความถี่ชนิดนี้ คือขนาดของวงจรมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา กรรมวิธีในการผลิตทำได้ง่ายและราคาไม่แพง ซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น วงจรกรองผ่านแถบความถี่อินเตอร์ดิจิตอลแบบมีการเชื่อมร่วม (coupled interdigital bandpass filter) ดังรูปที่ 1.1 ก. วงจรกรองผ่านแถบความถี่แบบมีการเชื่อมร่วมด้านข้าง (side-couple line bandpass filter) ดังรูปที่ 1.1 ข. และ วงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์แบบมีการเชื่อมร่วม (coupled hairpin-line bandpass filter) ดังรูปที่ 1.1 ค. เป็นต้น สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ ผู้ทำวิจัยเลือกวิเคราะห์วงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์แบบมีการเชื่อมร่วม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบวงจรชนิดนี้กับวงจรกรองผ่านแถบความถี่อินเตอร์ดิจิตอลแบบมีการเชื่อมร่วม พบว่ากรรมวิธีในการผลิตวงจรกรองผ่านแถบความถี่อินเตอร์ดิจิตอลแบบมีการเชื่อมร่วมทำได้ยากกว่า เนื่องจากต้องมีส่วนเชื่อมต่อระหว่างแผ่นตัวนำกับแผ่นกราวนด์ตัวนำ ดังรูปที่ 1.1 ก. ส่วนวงจรกรองความถี่แบบมีการเชื่อมร่วมด้านข้างจะมีขนาดใหญ่กว่า 2 วงจรแรกในย่านความถี่ใช้งานเดียวกัน เพราะลักษณะของแผ่นตัวนำมีการเชื่อมร่วมที่ละครึ่งความยาวของสตริปทำให้แผ่นไมโครสตริปมีความยาวมากกว่า 2 วงจรแรก ดังรูปที่ 1.1 ข.

จากรูปร่างของแผ่นตัวนำของวงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์แบบมีการเชื่อมร่วมมีความซับซ้อนดังนั้นการวิเคราะห์คุณลักษณะของวงจรกรองความถี่ชนิดนี้โดยละเอียดด้วยวิธีเชิงวิเคราะห์ (analytical solution) นั้นเป็นสิ่งที่ยุ่งยากมาก ทั้งนี้เป็นเพราะระบบแกนประสานที่ใช้ และเงื่อนไขขอบเขตของระบบค่อนข้างยุ่งยาก (บัณฑิต, 2536) วิธีเชิงตัวเลข (numerical method) จึงถูกนำมาใช้วิเคราะห์กับปัญหานี้ สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้ทำวิจัยต้องการนำเสนอวิธีวิเคราะห์ที่มีข้อจำกัดน้อยที่สุดในการวิเคราะห์วงจรกรองความถี่แบบไมโครสตริปสำหรับตัวแปรต่าง ๆ ของโครงสร้างไมโครสตริป เช่น ชนิดเนื้อสารของซับสเตรท ความหนาของ

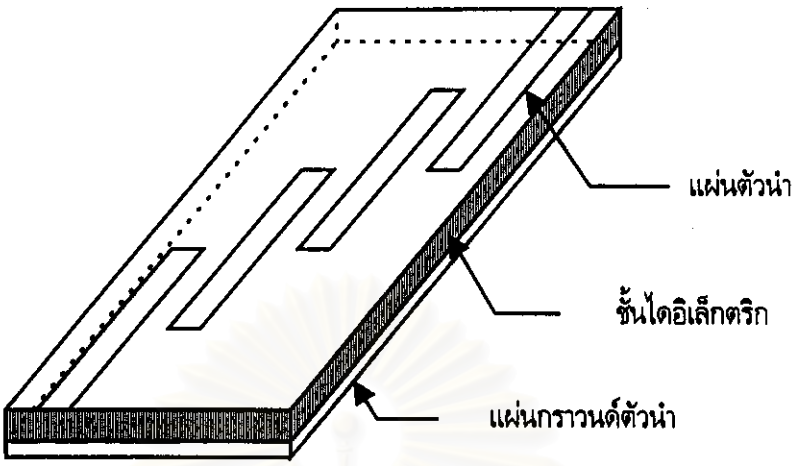
ชั้นไดอิเล็กตริก และรูปร่างของแผ่นตัวนำ เป็นต้น (Mosig, 1985) วงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์แบบมีการเชื่อมร่วมเป็นตัวอย่างวงจรที่ผู้ทำวิจัยเลือกนำมาวิเคราะห์ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

วิธีเชิงตัวเลขหลายวิธีได้รับการนำมาใช้วิเคราะห์ปัญหาของไมโครสตริป เช่น วิธีผลต่างสืบเนื่องโดเมนเวลา (finite difference time domain, FDTD) สำหรับวิเคราะห์วงจรกรองผ่านแถบความถี่แบบมีการเชื่อมร่วมด้านข้าง (Shibata, 1988) การวิเคราะห์โครงสร้างไมโครสตริปรูปร่างไม่เจาะจงโดยใช้สมการอินทิกรัลศักย์ผสม (mixed potential integral equation) ร่วมกับวิธีของโมเมนต์ (method of moment , MOM) (Mosig, 1988) การวิเคราะห์โครงสร้างแบบไม่ต่อเนื่องของไมโครสตริปโดยใช้ฟังก์ชันพื้นฐานโดเมนสามเหลี่ยมของวิธีของโมเมนต์ (Kipp, 1993) การวิเคราะห์โครงสร้างแบบไม่ต่อเนื่องของไมโครสตริปรูปร่างไม่เจาะจงโดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (finite element method, FEM) (Jackson, 1989) และการวิเคราะห์สายอากาศไมโครสตริปรูปร่างไม่เจาะจงโดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (มนฑกานต์, 2539) เป็นต้น สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ผู้ทำวิจัยเลือกใช้วิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์ (integral equation method with finite element technique) เนื่องจากวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นวิธีที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน และไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับรูปร่างของแผ่นตัวนำไมโครสตริป และสมการอินทิกรัลได้รวมผลการสูญเสียจากการแผ่พลังงาน การสูญเสียจากคลื่นผิว และไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับความหนาของชั้นไดอิเล็กตริก จำนวนชั้นของตัวกลางไดอิเล็กตริก จากข้อดีของวิธีนี้ทำให้วิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์ สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง

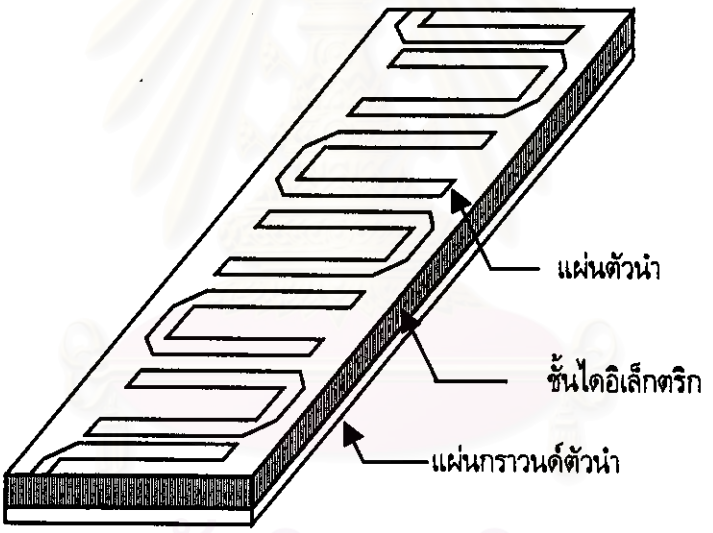


(ก.)

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างวงจรกรองความถี่ไมโครสตริป



(ข.)



(ค.)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างวงจรกรองความถี่ไมโครสตริป

ก.) วงจรกรองผ่านแถบความถี่อินเตอร์ดิจิตอลแบบมีการเชื่อมร่วม

ข.) วงจรกรองผ่านแถบความถี่แบบมีการเชื่อมร่วมด้านข้าง

ค.) วงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์แบบมีการเชื่อมร่วม

เค้าโครงของวิทยานิพนธ์

จากความเบื้องต้นทำให้เข้าใจถึงโครงสร้างของวงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริป และวิธีการวิเคราะห์ ในบทต่อไปจะกล่าวถึงทฤษฎีการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งขั้นตอนการวิเคราะห์โดยใช้วิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์ ในบทที่ 3 จะเป็นผลการวิเคราะห์ ส่วนในบทสุดท้ายจะเป็นบทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์ในการวิเคราะห์วงจรกรองความถี่แบบไมโครสตริป

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์วงจรกรองความถี่แบบไมโครสตริป โดยใช้วิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์ ในตัวอย่างวงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริป

ขอบเขตของการวิจัย

1.ใช้เทคนิคทางด้านการวิเคราะห์เชิงตัวเลข โดยใช้วิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์วิเคราะห์วงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริป

2.สร้างวงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริป นำวงจรที่สร้างมาทดลองวัด โดยใช้ตัววิเคราะห์วงจรข่าย (network analyzer) เป็นเครื่องมือวัด

3.นำผลที่ได้จากการทดลองวัดมาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากวิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1.ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของวงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริป

2.ศึกษาวิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์

3.นำผลที่ได้จากการศึกษาในข้อ 1.และ 2. มาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของวงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริปโดยใช้วิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์

4.สร้างตัวอย่างวงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริป และวัดผลการทดลองโดยใช้ตัววิเคราะห์วงจรข่าย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.นำผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการจำลองแบบ (simulation) มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง (implement)

6.สรุปรวบรวมผลการวิจัยทั้งหมด

7.เขียนและพิมพ์วิทยานิพนธ์

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.สามารถใช้วิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์วิเคราะห์วงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริปได้

2.สามารถนำขั้นตอนการวิเคราะห์วงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริปไปพัฒนาเป็นโปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบไมโครสตริปชนิดอื่นได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย