

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1 ความเป็นมาของงานวิจัย.....	1
2 วัตถุประสงค์การศึกษาและขอบเขตงานวิจัย.....	2
3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
4 นิยามศัพท์.....	2
5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
6 รายละเอียดของงานวิจัย.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	4
1 การเกิดคลื่นพื้นผิว.....	4
2 นิยามโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	5
2.1 อภิวัตต์.....	5
2.2 อภิวัตต์แบบช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	6
2.3 โครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	7
2.4 โครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้ารูปแบบแถวคูณหลัก.....	9
2.5 พารามิเตอร์วงจรของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า	
รูปแบบแถวคูณหลัก.....	10
3 แผ่นไมโครสตริป.....	14
4 สายนำสัญญาณไมโครสตริปแบบลอยเหนือระนาบกราวด์.....	15
5 สายอากาศไมโครสตริปย่านความถี่คู่.....	17
6 หลักการและทฤษฎีของระบบโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย.....	18
6.1 แบบ Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer	19
6.2 แบบระบบพื้นฐาน (Infrastructure).....	19

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี (ต่อ)	
7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	20
7.1 A Dual Band Gap Slotted Patch Electromagnetic Band Gap for Dual Band Microstrip Antenna.....	20
7.1.1 ผลกระทบของขนาดความกว้างแผ่นเซลล์.....	22
7.1.2 ผลกระทบต่อขนาดระยะห่างระหว่างแผ่นเซลล์.....	22
7.2 Wide-Band Microstrip Patch Antenna with Planar PBG Structure.....	23
8 สรุป.....	26
บทที่ 3 การออกแบบและการจำลอง.....	27
1 พารามิเตอร์ของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้ารูปแบบแถวคูณหลัก.....	27
1.1 ผลกระทบต่อความกว้างของแผ่นเซลล์รายคาบ.....	30
1.2 ผลกระทบต่อระยะห่างระหว่างแผ่นเซลล์.....	32
1.3 ผลกระทบต่อความหนาของวัสดุฐานรอง.....	34
1.4 ผลกระทบต่อค่าสภาพยอมไฟฟ้าสัมพัทธ์ของวัสดุฐานรอง.....	36
1.5 ผลกระทบต่อขนาดของระนาบกราวด์และจำนวนแผ่นเซลล์รายคาบ.....	38
1.6 ปรับขนาดแผ่นเซลล์รายคาบเพื่อปรับความถี่.....	39
2 โครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่คู่.....	41
3 สรุป.....	49
บทที่ 4 การสร้างและการทดสอบ.....	50
1 ขั้นตอนการสร้าง.....	50
2 ขั้นตอนการทดสอบ.....	52
3 สรุป.....	55
บทที่ 5 การประยุกต์ใช้งานร่วมกับสายอากาศ.....	56
1 ขั้นตอนการทดสอบ.....	56
2 ผลการทดสอบ.....	61
3 สรุป.....	65

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย.....	66
1 สรุปผลการวิจัย.....	66
2 แนวทางการพัฒนา.....	69
บรรณานุกรม.....	70
ภาคผนวก.....	72
ประวัติผู้เขียน.....	94

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 พารามิเตอร์ของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	10
2 พารามิเตอร์ของสายอากาศไมโครสตริป.....	18
3 ผลกระทบของขนาดความกว้างแผ่นเซลล์ต่อค่าขนาดสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน.....	22
4 ผลกระทบของขนาดระยะห่างระหว่างแผ่นเซลล์ต่อค่าขนาดสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน.....	22
5 เปรียบเทียบสมรรถนะของสายอากาศ.....	26
6 ขนาดพารามิเตอร์เบื้องต้นที่ความถี่ 2.4 GHz.....	28
7 ขนาดพารามิเตอร์เมื่อมีการปรับความกว้างของแผ่นเซลล์รายคาบ.....	31
8 ขนาดพารามิเตอร์เมื่อมีการปรับระยะห่างระหว่างแผ่นเซลล์รายคาบ.....	33
9 ขนาดพารามิเตอร์เมื่อมีการปรับความหนาของวัสดุฐานรอง.....	35
10 ขนาดพารามิเตอร์เมื่อมีการปรับค่าสภาพยอมไฟฟ้าสัมพัทธ์ของวัสดุฐานรอง.....	36
11 ขนาดพารามิเตอร์เบื้องต้นที่ความถี่ 5.2 GHz.....	41
12 ขนาดพารามิเตอร์การดัดแปลงแผ่นเซลล์รายคาบ.....	43
13 ขนาดพารามิเตอร์การดัดแปลงแผ่นเซลล์รายคาบ $W_{5.2}$	44
14 ขนาดพารามิเตอร์การดัดแปลงแผ่นเซลล์รายคาบ $W_{2.4}$	46
15 ขนาดพารามิเตอร์ของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่คู่.....	48
16 ขนาดพารามิเตอร์ของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่คู่.....	51
17 พารามิเตอร์ของสายอากาศย่านความถี่คู่.....	57
18 ขนาดพารามิเตอร์ของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่คู่.....	67
19 ผลการทดสอบของสายอากาศทั้งสองชนิด.....	69

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1 อุปกรณ์การสื่อสารไร้สาย.....	1
2 การแพร่กระจายคลื่นพื้นผิวของสายอากาศไมโครสตริป.....	4
3 อภิวัตน์ในหลายรูปแบบ.....	5
4 โครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ.....	7
5 รูปทรงโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า (ก) สายนำสัญญาณหนึ่งมิติ (ข) พื้นผิวระนาบ สองมิติ (ค) โครงสร้างปริมาตรสามมิติ.....	8
6 โครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้ารูปแบบแถวคูณหลัก.....	9
7 พารามิเตอร์ของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	9
8 ด้านข้างของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้ารูปแบบแถวคูณหลัก.....	10
9 แบบจำลองค่าความเก็บประจุและค่าความเหนี่ยวนำ.....	11
10 วงจร LC เรโซแนนซ์ แบบขนาน.....	11
11 แผ่นโลหะขนาดกึ่งไม่จำกัดสองแผ่นที่วางห่างกันเป็นระยะ g	12
12 ตัวเก็บประจุในพิกัดเรขาคณิต.....	12
13 กระแสในโซลีนอยด์สำหรับการหาค่าความเหนี่ยวนำ.....	13
14 ลักษณะการป้อนของสายนำสัญญาณไมโครสตริป.....	14
15 โครงสร้างของสายนำสัญญาณไมโครสตริป และเส้นสนามไฟฟ้า.....	15
16 สายนำสัญญาณไมโครสตริปแบบลอยเหนือระนาบกราวด์.....	16
17 สายอากาศไมโครสตริป (ก) แพทช์แบบความถี่เดียว (ข) แพทช์แบบสองความถี่.....	18
18 การเชื่อมต่อแบบ Ad-Hoc.....	19
19 การเชื่อมต่อแบบระบบพื้นฐาน.....	20
20 แผ่นเซลล์ช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้ารูปแบบแถวคูณหลักแบบพื้นฐาน (MEBG).....	20
21 แผ่นเซลล์ช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้ารูปแบบแถวคูณหลักเมื่อทำการเพิ่มร่อง (SPEBG).....	21
22 โครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า (ก) MEBG (ข) SPEBG.....	21
23 สายอากาศไมโครสตริป (ก) แพทช์สี่เหลี่ยมแบบปกติ (ข) ปรับปรุงแพทช์สี่เหลี่ยม (ค) ปรับปรุงแพทช์สี่เหลี่ยมใช้งานร่วมกับโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	23
24 ผลการทดสอบ (ก) อัตราส่วนคลื่นนิ่งแรงดัน (ข) อัตราส่วนแกน (ค) การสูญเสีย เนื่องมาจากการโผลาไรซ์.....	25
25 ช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า (ก) โครงสร้าง (ข) พารามิเตอร์.....	27
26 พารามิเตอร์ของสายนำสัญญาณไมโครสตริป.....	28
27 สายนำสัญญาณไมโครสตริปเมื่อนำมาใช้ร่วมกับโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	30
28 ปรับความกว้างแผ่นเซลล์รายคาบของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	31
29 เปรียบเทียบขนาดของความกว้างของแผ่นเซลล์รายคาบ.....	32
30 ปรับระยะห่างระหว่างแผ่นเซลล์รายคาบของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	33
31 เปรียบเทียบระยะห่างระหว่างแผ่นเซลล์.....	34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
32 ปรับความหนาของวัสดุฐานรอง.....	35
33 เปรียบเทียบความหนาของวัสดุฐานรอง.....	35
34 ปรับค่าสภาพยอมไฟฟ้าสัมพัทธ์วัสดุฐานรองของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	36
35 เปรียบเทียบค่าสภาพยอมไฟฟ้าสัมพัทธ์ของวัสดุฐานรอง.....	37
36 ขนาดของระนาบกราวด์และจำนวนแผ่นเซลล์รายคาบ (ก) ขนาดหนึ่งความยาวคลื่นจำนวน แผ่นเซลล์รายคาบ 3 แถวคูณ 3 หลัก (ข) ขนาดสองความยาวคลื่นจำนวนแผ่นเซลล์รายคาบ 3 แถวคูณ 3 หลัก (ค) ขนาดสองความยาวคลื่นจำนวนแผ่นเซลล์ รายคาบ 7 แถวคูณ 7 หลัก.....	38
37 เปรียบเทียบขนาดของระนาบกราวด์และจำนวนแผ่นเซลล์รายคาบ.....	39
38 เปรียบเทียบพารามิเตอร์เมื่อต้องการปรับความถี่.....	40
39 แผ่นเซลล์รายคาบในหนึ่งเซลล์.....	42
40 โครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าโดยรวม.....	42
41 ขนาดสัมประสิทธิ์การส่งผ่านของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่คู่ แบบเบื้องต้น.....	43
42 ปรับความกว้างแผ่นเซลล์รายคาบ W_{s2}	44
43 ขนาดสัมประสิทธิ์การส่งผ่านของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่คู่เมื่อ ปรับขนาดความกว้างของแผ่นเซลล์รายคาบ W_{s2}	45
44 ปรับความกว้างแผ่นเซลล์รายคาบ W_{24}	46
45 ขนาดสัมประสิทธิ์การส่งผ่านของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่คู่เมื่อ ปรับขนาดความกว้างของแผ่นเซลล์รายคาบ W_{24}	47
46 ขนาดสัมประสิทธิ์การส่งผ่านของโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่คู่.....	48
47 ช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า (ก) โครงสร้าง (ข) เซลล์.....	50
48 ช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า (ก) โครงสร้าง (ข) สายนำสัญญาณ.....	52
49 โครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับการทดสอบ.....	52
50 ทดสอบคุณลักษณะโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า.....	53
51 การจำลองและการทดสอบค่าขนาดสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน $ S_{21} $	54
52 โครงสร้างสายอากาศย่านความถี่คู่ (ก) ด้านหน้า (ข) พารามิเตอร์ (ค) ด้านหลัง.....	57
53 โครงสร้างสายอากาศย่านความถี่คู่ที่ใช้งานร่วมกับโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า ย่านความถี่คู่.....	58
54 แบบจำลอง (ก) สายอากาศย่านความถี่คู่ (ข) สายอากาศย่านความถี่คู่ที่ใช้งานร่วมกับโครงสร้าง ช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่คู่.....	58
55 การกระจายตัวของกระแสเชิงผิวที่ความถี่ 2.4 GHz บน (ก) สายอากาศย่านความถี่คู่ (ข) สายอากาศย่านความถี่คู่ที่ใช้งานร่วมกับโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า ย่านความถี่คู่.....	59

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
56 การกระจายตัวของกระแสเชิงผิวที่ความถี่ 5.2 GHz บน (ก) สายอากาศย่านความถี่คู่ (ข) สายอากาศย่านความถี่คู่ที่ใช้งานร่วมกับโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า ย่านความถี่คู่.....	59
57 สายอากาศไมโครสตริปลายานความถี่คู่.....	60
58 สายอากาศไมโครสตริปลานความถี่คู่ที่ใช้งานร่วมกับโครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า ย่านความถี่คู่.....	60
59 การสูญเสียย้อนกลับ.....	61
60 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นในระนาบสนามไฟฟ้าที่ความถี่ 2.4 GHz.....	62
61 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นในระนาบสนามแม่เหล็กที่ความถี่ 2.4 GHz.....	62
62 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นในระนาบสนามไฟฟ้าที่ความถี่ 5.2 GHz.....	63
63 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นในระนาบสนามแม่เหล็กที่ความถี่ 5.2 GHz.....	63
64 อัตราขยายของสายอากาศ.....	64
65 แบบจำลองช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้า (ก) โครงสร้าง (ข) เซลล์.....	66
66 โครงสร้างช่องว่างแถบแม่เหล็กไฟฟ้ายานความถี่คู่.....	67
67 สายอากาศ (ก) ย่านความถี่คู่ (ข) ย่านความถี่คู่ที่ใช้งานร่วมกับโครงสร้างช่องว่าง แถบแม่เหล็กไฟฟ้ายานความถี่คู่.....	68