

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

HUYỀN NGUYỄN BẢO PHƯƠNG

**NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN CẤU TRÚC EBG ỨNG DỤNG CHO
CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN VÔ TUYẾN THỂ HỆ MỚI**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT VIỄN THÔNG

Hà Nội – 2014

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

HUỲNH NGUYỄN BẢO PHƯƠNG

**NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN CẤU TRÚC EBG ỨNG DỤNG CHO
CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN VÔ TUYẾN THỂ HỆ MỚI**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Viễn thông
Mã số: 62520208

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT VIỄN THÔNG

TẬP THỂ HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. PGS. TS. ĐÀO NGỌC CHIẾN
2. PGS. TS. TRẦN MINH TUẤN

Hà Nội – 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan rằng các kết quả khoa học được trình bày trong luận án này là thành quả nghiên cứu của bản thân tôi trong suốt thời gian làm nghiên cứu sinh và chưa từng xuất hiện trong công bố của các tác giả khác. Các kết quả đạt được là chính xác và trung thực.

Tác giả luận án

Huỳnh Nguyễn Bảo Phương

LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên, tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến PGS.TS. Đào Ngọc Chiến và PGS.TS. Trần Minh Tuấn đã trực tiếp hướng dẫn, định hướng khoa học, dành nhiều thời gian và tâm huyết giúp đỡ tác giả về mọi mặt để hoàn thành luận án.

Tác giả chân thành cảm ơn Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tác giả được tập trung nghiên cứu trong thời gian qua. Chân thành cảm ơn Bộ môn Hệ thống viễn thông, Viện Điện tử Viễn thông, Viện Đào tạo Sau Đại học, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho nghiên cứu sinh trong suốt quá trình nghiên cứu, học tập và thực hiện luận án. Xin chân thành cảm ơn sự quan tâm, giúp đỡ, động viên của các đồng nghiệp, nhóm Nghiên cứu sinh – Viện Điện tử Viễn thông đã dành cho tôi.

Qua đây, tôi cũng chân thành cảm ơn Quỹ phát triển Khoa học và Công nghệ Việt Nam (NAFOSTED) đã tài trợ kinh phí tham dự hội thảo khoa học quốc tế tại nước ngoài. Đồng thời, tôi xin gửi lời cảm ơn Khoa Điện tử - Viễn thông, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội đã tạo điều kiện giúp đỡ trong quá trình đo đạc mô hình chế tạo thực nghiệm.

Cuối cùng, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn đến gia đình, vợ và con trai đã luôn động viên, giúp đỡ và hy sinh rất nhiều trong thời gian vừa qua. Đây chính là động lực to lớn để tôi vượt qua khó khăn và hoàn thành luận án này.

Tác giả luận án

Huỳnh Nguyễn Bảo Phương

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT	vii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ	ix
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU	xiii
MỞ ĐẦU.....	xiv
1. Bề mặt trở kháng lớn và ứng dụng trong kỹ thuật anten	xiv
2. Những vấn đề còn tồn tại	xvi
3. Mục tiêu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	xvii
Mục tiêu nghiên cứu:	xvii
Đối tượng nghiên cứu:	xviii
Phạm vi nghiên cứu:.....	xviii
4. Cấu trúc nội dung của luận án	xviii
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN LÝ THUYẾT VÀ CƠ SỞ PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CHẴN DẪI ĐIỆN TỪ (EBG).....	1
1.1. Giới thiệu chương	1
1.2. Bề mặt trở kháng lớn.....	1
1.2.1. Giới thiệu chung về bề mặt trở kháng lớn	1
1.2.1.1. Vật dẫn điện.....	2
1.2.1.2. Bề mặt trở kháng lớn	3
1.2.2. Cấu trúc chẵn dải điện từ - Electromagnetic Band Gap (EBG).....	5
1.2.2.1. Định nghĩa	5
1.2.2.2. Phân loại	6
1.2.2.3. EBG và Siêu vật liệu (MTM)	7
1.2.2.4. Các phương pháp phân tích cấu trúc EBG	8
1.2.3. Ứng dụng của cấu trúc EBG trong lĩnh vực anten	10
1.2.3.1. Loại bỏ sóng bề mặt	10
1.2.3.2. Anten cấu hình đơn giản.....	11
1.2.3.3. Anten hệ số khuếch đại cao.	12

1.3. Lý thuyết sóng mặt	12
1.3.1. Tiếp giáp điện môi – điện môi	13
1.3.2. Bề mặt kim loại	15
1.3.3. Bề mặt trở kháng	17
1.3.4. Bề mặt trở kháng nhân tạo	20
1.3.4.1. Bề mặt trở kháng tương đương của cấu trúc hình nấm	22
1.3.4.2. Sóng bề mặt lan truyền dọc bề mặt trở kháng	24
1.4. Phương pháp phân tích sai phân hữu hạn miền thời gian.....	26
1.4.1. Giới thiệu.....	26
1.4.2. Phương pháp sai phân hữu hạn miền thời gian	26
1.4.2.1. Công thức cơ bản.....	26
1.4.2.2. Giới thiệu phương pháp sai phân hữu hạn miền thời gian	28
1.4.3. Điều kiện biên tuần hoàn	30
1.4.3.1. Các điều kiện biên tuần hoàn	30
1.4.3.2. Phương pháp hằng số sóng trong phân tích tán xạ	32
1.5. Tổng kết chương	33
CHƯƠNG 2. GIẢI PHÁP THIẾT KẾ CẤU TRÚC EBG ĐA BĂNG TẦN SỬ DỤNG PHÂN TỬ ĐIỆN DUNG KÝ SINH	35
2.1. Giới thiệu chương	35
2.2. Cấu trúc EBG hai băng tần cho hệ thống WLAN	35
2.2.1. Thiết kế ban đầu	36
2.2.2. Kết quả mô phỏng	38
2.2.3. Khảo sát các đặc tính của dải chắn	39
2.3. Cấu trúc EBG ba băng tần có kích thước nhỏ gọn	42
2.3.1. Thiết kế ban đầu	43
2.3.2. Xác định dải chắn về tần số	46
2.3.2.1. Đồ thị tán xạ	46
2.3.2.2. Dải chắn sóng bề mặt	47
2.3.3. Kết quả mô phỏng	48
2.3.4. Khảo sát đặc tính dải chắn	50
2.3.5. Khả năng điều chỉnh và ứng dụng	54
2.3.6. Bộ lọc thông dải sử dụng cấu trúc EBG	56

2.3.6.1. Giới thiệu.....	56
2.3.6.2. Thiết kế bộ lọc thông dải có kích thước nhỏ gọn	57
2.3.6.3. Kết quả và thảo luận.....	59
2.4. Tổng kết chương	62
CHƯƠNG 3. GIẢI PHÁP THIẾT KẾ CẤU TRÚC EBG LINH HOẠT SỬ DỤNG CẤU TRÚC HÌNH HỌC FRACTAL	64
3.1 Giới thiệu chương	64
3.2 Thiết kế cấu trúc EBG có băng thông linh hoạt	65
3.3 Khảo sát đặc tính dải chặn	66
3.3.1 Phương pháp mô phỏng “đường truyền vi dải tự do (SMM)”	66
3.3.2 Cấu trúc EBG ở các bước lặp khác nhau	67
3.3.3 Cấu trúc EBG băng rộng (BEBG).....	69
3.3.4 Cấu trúc EBG hai băng tần (DEBG)	71
3.3.5 Cấu trúc EBG hình nấm thông thường.....	72
3.4 Kết quả thực nghiệm	72
3.5 Ứng dụng cải thiện đặc tính bức xạ của anten vi dải	74
3.6. Tổng kết chương	76
CHƯƠNG 4. GIẢI PHÁP GIẢM NHỎ KÍCH THƯỚC CẤU TRÚC EBG	77
4.1 Giới thiệu chương	77
4.2 Các nghiên cứu giảm nhỏ kích thước cấu trúc EBG.....	77
4.2.1 Giảm nhỏ kích thước bằng cách tăng điện dung tổng cộng C	78
4.2.2 Giảm nhỏ kích thước bằng cách tăng điện cảm tổng cộng L	79
4.3 Giải pháp giảm nhỏ kích thước cấu trúc EBG	81
4.3.1 Cấu trúc EBG-1	83
4.3.1.1 Đề xuất cấu trúc.....	83
4.3.1.2 Mô phỏng	84
4.3.2 Cấu trúc EBG-2	85
4.3.2.1 Đề xuất cấu trúc.....	85
4.3.2.2 Mô phỏng	86
4.3.3 Cấu trúc EBG-3	87
4.3.3.1 Đề xuất cấu trúc.....	87
4.3.3.2 Mô phỏng	88

4.3.4 So sánh với các cấu trúc EBG khác.....	89
4.3.5 Ứng dụng giảm ảnh hưởng tương hỗ cho hệ thống anten mảng.....	91
4.4. Tổng kết chương	95
KẾT LUẬN	96
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA LUẬN ÁN.....	99
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	100

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

AMC	Artificial Magnetic Conductor	Vật dẫn từ nhân tạo
BPF	Bandpass Filter	Bộ lọc thông dải
BEBG	Broadband EBG	Cấu trúc EBG băng rộng
CRLH	Composite Right-Left Handed	Cấu trúc siêu vật liệu điện từ dạng phức hợp
CUE	Conventional Uni-planar EBG	Cấu trúc EBG đồng phẳng thông thường
DUC-EBG	Distored Uni-planar EBG	Cấu trúc EBG đồng phẳng biến dạng
DEBG	Dual-band EBG	Cấu trúc EBG hai băng tần
EBG	Electromagnetic Band Gap	Dải chắn
FDTD	Finite Difference Time Domain	Phương pháp sai phân hữu hạn miền thời gian
FEM	Finite Element Method	Phương pháp phần tử hữu hạn
GA	Genetic Algorithm	Thuật toán di truyền
GPS	Global Positioning System	Hệ thống định vị toàn cầu
HIS	High Impedance Surface	Bề mặt trở kháng lớn
LH	Left-handed material	Vật liệu tuân theo quy tắc bàn tay trái (Siêu vật liệu)
MMR	Microstrip Multimode Resonator	Bộ cộng hưởng đa-mode dạng vi dải
MoM	Method of Moment	Phương pháp mô-men
MTM	Metamaterial	Siêu vật liệu
PBC	Periodic Boundary Condition	Điều kiện biên tuần hoàn
PEC	Perfect Electric Conductor	Vật dẫn điện hoàn hảo
PML	Perfect Matched Layer	Lớp hấp thụ hoàn hảo
PSO	Particle Swarm Optimization	Thuật toán bầy đàn
RH	Right-handed material	Vật liệu tuân theo quy tắc bàn tay phải (Vật liệu thông thường)
SRR	Split Ring Resonator	Vòng khuyết cộng hưởng

SMM	Suspended Microstrip Method	Phương pháp đường truyền vi dải tự do
TE	Transverse Electric	Điện trường ngang
TM	Transverse Magnetic	Từ trường ngang
TUE	Triple-band Uni-planar EBG	Cấu trúc EBG đồng phẳng ba băng tần
UWB	Ultra Wide Band	Hệ thống băng thông siêu rộng
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access	Sự tương tác mạng diện rộng bằng sóng vô tuyến
WLAN	Wireless Local Area Network	Mạng cục bộ không dây