

# UC-EBG 구조와 Mushroom EBG 구조가 집적된 마이크로스트립 패치 안테나의 방사 특성 비교

\*김태영, 김부균, 신종덕  
 숭실대학교 정보통신전자공학부

e-mail : \*kty7@sunbee.ssu.ac.kr, bgkim@e.ssu.ac.kr, jdshin@ssu.ac.kr

## Comparison of the Radiation Characteristic of a Microstrip Patch Antenna integrated with a UC-EBG Structure and a Mushroom EBG Structure

\*Tae-Young Kim, Boo-Gyoun Kim, Jong-Dug Shin  
 School of Electronic Engineering  
 Soongsil University

### Abstract

Radiation characteristics of a microstrip patch antenna integrated with a UC-EBG (Uniplanar Compact Electromagnetic Bandgap) structure and a Mushroom EBG structure are compared. Radiation characteristics of a patch antenna integrated with a Mushroom EBG structure are better than those of a patch antenna integrated with a UC-EBG structure.

### I. 서론

최근에 전자파의 전파를 효율적으로 제어할 수 있는 EBG 구조의 소자 및 시스템에 응용이 마이크로파 및 안테나 공학 분야에서 큰 관심의 대상이 되고 있다. EBG 구조는 단위 구조가 반복되는 주기 구조물로서 이러한 구조물에서는 특정 주파수 대역의 전자파의 전파가 허용되지 않는다. 이러한 EBG 구조를 마이크로파 공학에 사용하기 위하여 여러 가지 구조가 제안되었고 여러 가지 소자에 적용하여 소자의 특성이 향상됨을 보았다[1]. EBG 구조를 이용해 안테나의 전력 이득 향상과 방사특성 개선[2] 등이 보고되었다. 현재까지 발표된 EBG 구조 중 대표적인 두 가지 구조는 크기가 컴팩트하고 여러 가지 좋은 특성을 가지는 UC-EBG 구조와 Mushroom EBG 구조이다[3,4]. UC-EBG 구조는 printed circuit 기술을 사용하여 쉽게 제작할 수 있는 장점을 갖고 있으며 Mushroom EBG 구조는 핀을 삽입해야 하는 단점을 갖고 있다.

본 논문에서는 패치 안테나 주위에 UC-EBG 구조와 Mushroom EBG 구조를 길이 방향(E-평면)으로 집적한

패치 안테나의 방사 특성을 HFSS (High Frequency Structure Simulator)를 사용하여 전산 모의한 결과를 비교 검토하였다.

### II. EBG 구조가 집적된 마이크로스트립 패치 안테나의 방사 특성

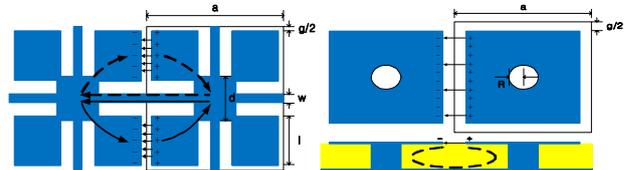


그림 1. UC-EBG 구조와 Mushroom EBG 구조의 개념도.

그림 1 (a)와 (b)는 각각 UC-EBG 구조와 Mushroom 구조의 개념도를 나타낸다. 두 구조 모두 LC 병렬회로로 등가화 시켜 금지대역 주파수를 예측할 수 있다. 전산 모의에 사용된 기판은 FR-4( $\epsilon_r=4.6$ ,  $t=1.6\text{mm}$ )이다. UC-EBG 구조의 경우 주기  $a$ 는 8 mm,  $g$ 와  $w$ 는 0.2 mm,  $d$ 는 2.5 mm 이고  $l$ 은 2.8 mm 일 때 MWS (Microwave Studio)를 이용하여 dispersion diagram을 전산모의 하였다. 그림 2 (a)에서 볼 수 있듯이 금지 대역폭은 3.66 GHz 에서 5.08 GHz 사이에 존재하였다. Mushroom EBG 구조의 경우 주기  $a$ 는 8 mm,  $g$ 는 1 mm 이고 핀 반경  $r$ 은 0.55 mm 일 때 MWS를 이용하여 dispersion diagram을 전산 모의하였다. 그림 2 (b)에서 볼 수 있듯이 금지 대역폭은 4.29 GHz 에서 5.06 GHz 사이에 존재하였다.

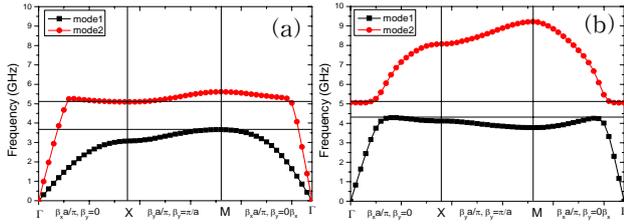


그림 2. Dispersion diagram (a) UC-EBG 구조  
(b) Mushroom EBG 구조.

패치 안테나의 길이 방향으로 전파되는 표면파를 억제시키기 위하여 패치 안테나 주위에 길이 방향으로 UC-EBG 구조와 Mushroom EBG 구조를 3 주기 집적한 5 GHz 대역의 마이크로스트립 패치 안테나의 방사 특성을 살펴보았다. 기판의 크기는 56 mm X 96 mm 이고 기판의 중앙에 위치한 마이크로스트립 패치의 크기는 12.5 mm X 12.8 mm 이다. 피드 포인트는 패치 중심에서 2.2 mm 떨어진 곳에 위치한다.

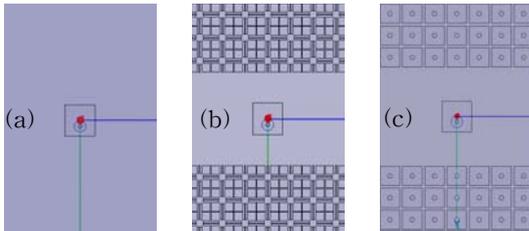


그림 3. 기판의 종류에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 구조 (a) EBG 구조가 없는 경우 (b) UC-EBG 구조가 3주기 삽입된 경우, (c) Mushroom EBG 구조가 3주기인 삽입된 경우.

그림 3은 기판의 종류에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 구조로 (a)는 EBG 구조가 집적되지 않은 패치 안테나, (b)와 (c)는 각각 UC-EBG 구조와 Mushroom EBG 구조가 길이 방향으로 3 주기 집적된 패치 안테나를 보인다.

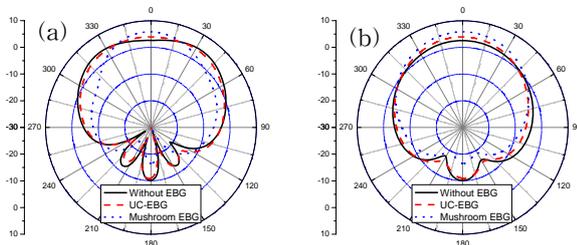


그림 4. 기판의 종류에 따른 패치 안테나의 방사 특성 (a) E-평면의 방사 패턴 (b) H-평면의 방사 패턴.

그림 4는 기판의 종류에 따른 패치 안테나의 방사 특성을 보인다. EBG 구조가 없는 기판인 경우 -10 dB 대역폭이 3.45 % 인데 UC-EBG와 Mushroom EBG 구조

를 삽입한 경우 각각 3.4 % 와 2.6 % 로 감소하였다. 그림 4 (a)와 (b)는 각각 기판의 종류에 따른 패치 안테나의 E-평면 방사 패턴과 H-평면 방사 패턴이다. UC-EBG 구조가 집적된 기판이 EBG 구조가 없는 기판보다 전방 방사가 약 1.45 dB 향상되었고 후방 방사는 약 0.84 dB 억제되었다. Mushroom EBG 구조가 집적된 기판의 경우 전방 방사는 약 3.24 dB 향상되었고 후방 방사는 약 16 dB 억제됨을 볼 수 있다. EBG 구조가 삽입된 기판을 사용한 경우가 EBG 구조가 없는 기판보다 전방 방사는 향상되고 후방 방사는 억제됨을 볼 수 있다. 기판 종류에 따른 안테나의 방사 특성을 표 1에 보인다.

표1. 기판 종류에 따른 안테나의 방사 특성.

	공진 주파수 (GHz)	S <sub>11</sub> (dB)	10dB 대역폭 (%)	전방 방사 (dBi)	후방 방사 (dBi)	전후방방사의 차이 (dB)
Without EBG	5.05	-33.52	3.45	2.55	-10.13	12.68
UC-EBG	5.05	-51.65	3.4	3.90	-10.97	14.87
Mushroom EBG	5.05	-22.47	2.6	5.79	-16.54	22.33

### III. 결론

본 논문에서는 UC-EBG 구조와 Mushroom EBG 구조가 집적된 패치 안테나의 방사특성을 비교하였다. 패치 안테나에서 표면을 따라 전파되는 표면파가 주로 길이 방향으로 전파되기 때문에 EBG 구조를 패치 주위에 길이 방향으로 3 주기 삽입하여 기판의 종류에 따라 E-평면 방사패턴과 H-평면 방사패턴을 살펴보았다. EBG 구조가 없는 기판을 사용한 패치 안테나보다 UC-EBG 구조의 기판을 사용할 경우 전방 방사와 후방 방사의 차이가 약 2.19 dB 향상되었다. Mushroom EBG 구조의 기판을 사용하였을 때 전방 방사와 후방 방사의 차이가 22.33 dB 로 EBG 구조가 없는 기판을 사용한 패치안테나보다 약 9.65 dB 향상되었다. UC-EBG 구조가 Mushroom EBG 구조보다 제작하기는 쉬우나 방사 특성 향상에서는 Mushroom EBG 구조가 더 우수함을 볼 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] Zeev Iluz, et. al., *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol 52, No 6, pp.1446-1453, June 2004.
- [2] 기철식 외, 한국전자과학회논문지, 제 13권 제 1호, pp. 1-6, 2002년
- [3] Roberto Coccioli, et. al., *IEEE Transactions on microwave theory and techniques*, Vol. 47, no. 11, Nov. 1999.
- [4] Dan Sievenpiper, et. al., *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol 47, No 11, pp. 2059-2074, Nov. 1999.