

# 핀 반경이 패치에 핀 배열을 가지는 안테나의 방사 특성에 미치는 영향

\*이우람, 김태영, 김부균, 신종덕  
 숭실대학교 정보통신전자공학부

e-mail : *wooram4u@naver.com, kty7@sunbee.ssu.ac.kr, bgkim@e.ssu.ac.kr, jdshin@ssu.ac.kr*

## Effect of the Pin Radius on the Radiation Characteristics of a Patch Antenna with a Pin Array on a Patch

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

### Abstract

Effect of the pin radius on the radiation characteristics of a patch antenna with a pin array inserted between a patch and ground plane is investigated. As the pin radius increases, the resonant frequency increases and the radiation intensity in the horizontal plane decreases. However, the radiation intensity in the horizontal plane increases for the pin radius larger than a certain value.

### I. 서론

패치안테나를 단위 안테나로 하여 배열 안테나를 만들 경우 인접 패치안테나 사이에 발생하는 상호 결합 현상은 배열 안테나의 특성을 저하시키는 주요 원인이다. 또한 최근 많이 연구되고 있는 MIMO (Multi Input Multi Output) 시스템에 사용되는 안테나의 경우 인접 안테나 사이의 상호 결합을 최소화하여야 한다. 인접 패치안테나 사이에 발생하는 상호 결합 현상을 발생시키는 주요 원인은 패치안테나에서 발생하여 기판을 따라 전달되는 표면파와 패치안테나의 패치 밑에 존재하는 수직 방향의 편파 전류에 의한 방사이다. 이러한 수직 방향의 편파 전류에 의한 방사를 줄이기 위하여 여러 가지 방법이 연구되었다. 최근 패치와 접지면 사이를 연결하는 금속 핀을 패치에 배열시켜 패치 밑에 존재하는 수직 방향의 편파 전류에 의한 방사를 상쇄시키는 방법이 보고되었다.[1]

본 논문에서는 패치와 접지면 사이에 금속 핀을 삽입하여 5 GHz 대역에서 동작하는 안테나를 설계하고 핀의 반경에 따른 방사 특성 변화에 대하여 보고한다. 본 연구에서는 Ansoft사의 HFSS (High Frequency Structure Simulator)를 이용하여 안테나의 특성을 전산모의 하였다.

### II. 패치와 접지면 사이에 핀을 삽입한 패치 안테나

유전상수가 4.6이고 두께가 1.6 mm인 FR4 기판을 사용하여 설계한 5 GHz 대역에서 동작하는 일반적인 패치안테나의 패치 길이와 폭은 각각 12.8 mm 와 12.5 mm 이다. 또한 같은 두께를 가지며 기판의 유전상수가 1인 일반적인 패치안테나의 패치 길이와 폭은 각각 26.6 mm 와 25.7 mm 이다.

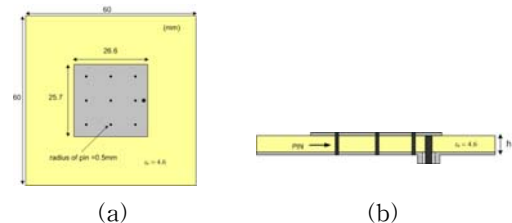


그림 1. 패치와 접지면 사이에 핀을 삽입한 안테나의 (a) 평면도, (b) 측면도

패치와 접지면 사이에 핀이 삽입된 단위 패치는 LC 병렬 공진회로로 등가화 되어 질 수 있다. 동작 주파수가 결정되면 등가 회로를 이용하여 단위 패치의 크기가 결정된다. 이렇게 결정된 단위 패치를 유전상수가 1인 기판의 패치에 배열하게 된다. 반경이 0.5 mm

인 핀을 사용하는 경우 3×3으로 배열되게 되어 패치와 접지면 사이에 핀이 삽입된 안테나의 평면도와 측면도를 각각 그림 1(a) 와 (b)에 보인다.

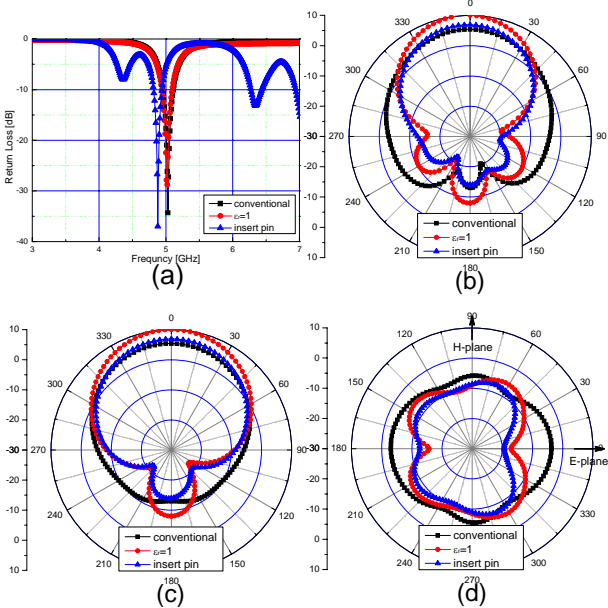


그림 2. 유전상수가 1인 패치안테나, FR4 기판에 설계된 일반적인 패치안테나와 패치와 접지면 사이에 핀을 삽입한 안테나의 (a) 반사손실, (b) E 평면 방사패턴, (c) H 평면 방사패턴, (d) 수평 평면 방사패턴

그림 2에 3 가지 패치 안테나의 반사손실, E-평면, H-평면과, 수평 평면의 방사 패턴을 보인다. FR4 기판에 설계된 일반적인 패치안테나에 비하여 기판의 유전상수가 1인 일반적인 패치안테나와 패치와 접지면 사이에 핀을 삽입한 패치안테나의 E-평면의 수평방향 방사가 매우 작은 것을 볼 수 있다. 3 가지 패치 안테나의 방사 특성을 요약한 결과를 표 1에 보인다.

표 1. 그림 2에 보인 3 가지 안테나의 방사 특성비교

	공진 주파수 (GHz)	반사손실 (dB)	전방방사 (dBi)	후방방사 (dBi)	수평방사 (dBi)			
					0°	90°	180°	270°
conventional	5.03	-32.4	5.39	-13.03	-3.75	-5.88	-3.08	-5.52
$\epsilon_r=1$	5.02	-28.75	10	-8.01	-17.08	-9.01	-15.78	-8.39
insert pin	4.88	-37.01	6.88	-13.95	-19.39	-8.67	-12.68	-8.97

FR4 기판에 설계된 일반적인 패치안테나에 비하여 패치와 접지면 사이에 핀을 삽입한 안테나가 E-평면 (0°-180°) 수평방향으로의 방사가 약 9~15 dB 이상 억제됨을 표 1을 통하여 알 수 있다. 또한 전방방사는 증가하였고 후방방사는 감소하여 지향성이 향상되어 안테나의 효율 역시 증가함을 볼 수 있다. 핀을 삽입한 패치 안테나의 방사 패턴 특성은 유전상수가 1을 가지는 안테나의 방사 패턴 특성과 비슷함을 볼 수 있다. 이는 패치와 접지면 사이에 삽입한 핀에 반대 방

향으로 흐르는 도전전류가 유전체내의 편파전류에 의한 방사 효과를 상쇄시켜 수평방향으로의 방사가 억제되기 때문이라 생각된다.

핀을 삽입한 안테나의 경우 핀의 반경이 방사 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 핀의 반경에 따른 방사 특성 결과를 표2에 보인다. 핀의 반경이 증가 할수록 공진주파수가 증가함을 볼 수 있고 E-평면 (0°-180°) 수평방향으로의 방사 억제 효과가 증가됨을 볼 수 있다. 핀의 반경이 0.7 mm일 때 E-평면 수평방향 방사 억제가 가장 크며 전방방사의 크기가 크고 후방방사의 크기는 작음을 볼 수 있다. 핀의 반경이 0.8 mm가 되면 E-평면 수평방향 방사 억제 효과가 크게 감소되어짐을 볼 수 있다. 따라서 핀의 반경 선택이 E-평면 수평방향으로의 방사를 억제하는 등의 방사 특성 최적화에 중요한 요소가 된다고 생각된다.

표 2. 패치안테나와 패치와 접지면 사이에 핀을 삽입한 안테나의 핀의 반경에 따른 특성비교

핀의 반경 (mm)	공진 주파수 (GHz)	반사손실 (dB)	전방방사 (dBi)	후방방사 (dBi)	수평방사 (dBi)			
					0°	90°	180°	270°
0.35	4.58	-35.53	6.65	-19.18	-15.14	-7.06	-11.07	-7.61
0.5	4.88	-37.01	6.88	-13.95	-19.39	-8.67	-12.68	-8.97
0.6	5.06	-24.85	7.02	-14.69	-27.56	-8.67	-14.24	-9.24
0.7	5.18	-18.78	7.55	-13.84	-31.40	-9.60	-15.79	-10.19
0.8	5.35	-16.30	7.55	-12.01	-19.89	-9.11	-17.22	-8.04

### III. 결론

배열안테나 제작 시 상호결합 현상에 의한 성능 저하의 원인인 패치안테나의 수평방향으로의 방사가 패치와 접지면 사이에 핀을 삽입하여 억제됨을 보았다. 병렬 LC공진회로로 등가화 할 수 있는 단위 패치를 유전상수가 1인 기판으로 결정된 패치 크기에 배열하여 이러한 구조에서의 수평방향의 방사가 일반적인 패치안테나에 비하여 약 10 dB 이상 억제됨을 보았고 또한 전방방사가 향상되며 후방방사가 억제되어 안테나의 효율이 향상됨을 보았다. 핀의 반경을 증가시키면 공진 주파수가 증가하고 수평방향으로의 방사억제 효과가 향상됨을 볼 수 있었다. 그러나 핀 반경이 특정 값 이상으로 증가하면 수평방향으로의 방사억제 효과가 감소되므로 핀의 반경 선택이 방사특성 최적화에 중요한 요소임을 알 수 있었다.

### 참고문헌

[1] Marija M. Nikolic et. al, *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 53, no. 11, pp. 3469-3476, Nov. 2005.