

논문 2010-47TC-1-10

# 패치의 폭이 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성에 미치는 효과

## (Effect of the Patch Width on the Radiation Characteristics of a Pin Array Patch Antenna)

윤영민\*, 김태영\*, 조명기\*, 김부균\*\*

(Young-Min Yoon, Tae-Young Kim, Myung-Ki Cho, and Boo-Gyoun Kim)

### 요약

여러 가지 기판 두께에서 5×4 핀 배열 패치 안테나와 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사특성을 전산모의한 결과를 비교하였다. 5×2 핀 배열 패치 안테나는 5×4 핀 배열 패치 안테나와 비교하면 단위 셀의 개수가 반으로 줄어 사용하는 핀의 개수가 반으로 줄며 패치 폭의 크기도 크게 감소하나 전방방사 이득과 수평방향 방사 억제와 같은 방사특성은 매우 비슷함을 볼 수 있었다.

### Abstract

Radiation characteristics of 5×4 pin array patch antennas are compared to those of 5×2 pin array patch antennas for several substrate thicknesses using the computer simulation. Since the number of unit cells of a 5×2 pin array patch antenna is half of that of a 5×4 pin array patch antenna, the number of pins used in a 5×2 pin array patch antenna is half of that in a 5×4 pin array patch antenna and the patch width of a 5×2 pin array patch antenna is very small compared to that of a 5×4 pin array patch antenna. However, the radiation characteristics of a 5×2 pin array patch antenna are almost similar to those of a 5×4 pin array patch antenna.

**Keywords :** Microstrip patch antennas, Antenna arrays, Mutual coupling, Antenna radiation patterns, Patch width.

### I. 서론

소형의 안테나와 안테나를 RF 프론트 엔드(front end)와 집적시키고자하는 경우에는 유전상수가 큰 기판을 사용해야 한다<sup>[1]</sup>. 대역폭을 증가시키기 위해 기판 두께가 큰 기판을 사용하는 경우에는 수평방향으로 방사가 크게 발생하게 된다<sup>[2]</sup>. 이러한 수평 방향의 방사는 패치 안테나의 방사 특성과 효율을 저하시키는 원인이

되고 패치 안테나를 단위 안테나로 하여 배열 안테나를 제작하는 경우 인접 패치 안테나 사이에 상호 결합 현상을 발생시키는 주요 원인이 된다<sup>[3]</sup>. 인접 안테나 사이에 발생하는 상호 결합 현상은 배열 안테나의 특성을 저하시킨다. 또한 최근 많이 연구되고 있는 MIMO (Multi Input Multi Output) 시스템에 사용되는 안테나의 경우 인접 안테나 사이의 상호 결합이 최소화되어야 한다.

인접 패치 안테나 사이의 상호 결합 현상을 발생시키는 주요 원인은 패치 안테나에서 발생하여 기판을 따라 전달되는 표면파와 패치 안테나의 패치 밑에 존재하는 수직방향의 편파전류에 의한 수평방향으로의 방사이다. 기판을 따라 전달되는 표면파와 수직방향의 편파전류에 의한 수평방향으로의 방사를 줄이기 위하여 패치와 접지면 사이에 핀 배열을 가지는 패치 안테나에 관한 연

\* 학생회원, \*\* 평생회원, 송실대학교 정보통신전자공학부 (School of Electronic Engineering, Soongsil University)

※ 이 논문은 지식경제부의 산업기술개발사업(핵심기반기술개발사업 內 시스템집적반도체기반기술개발사업, 과제번호: 10030554-2008-02)의 지원으로 수행된 연구임.

접수일자: 2009년9월16일, 수정완료일: 2010년1월18일

구가 진행되고 있다<sup>[4-6]</sup>. 종래의 연구에서는 핀 배열 패치 안테나의 패치 크기는 유전상수가 1인 기판에서 설계된 패치 크기에 셀의 중심에 핀을 가지는 단위 셀을 패치에 배열하여 그 특성을 연구하였다. 따라서 핀 배열 안테나의 패치가 크기 때문에 많은 핀을 필요로 하고 위상 배열 안테나의 단위 안테나로 사용하는 경우 패치간의 거리가 가까워져 근접장의 영향을 크게 받게 된다.

따라서 위와 같은 단점을 해결하기 위하여 핀 배열 패치 안테나의 패치 폭을 줄인 안테나의 특성을 기존 핀 배열 안테나의 특성과 비교하였다. II장에서 패치 폭 변화에 따른 핀 배열 패치 안테나의 구조를 살펴보고 III장에서 여러 가지 기판 두께에서 패치 폭 변화에 따른 핀 배열 패치 안테나의 특성을 HFSS (High Frequency Structure Simulator)를 사용하여 전산모의하였다. IV장에서 여러 가지 기판 두께에서 핀 반경에 따른 핀 배열 패치 안테나의 특성 변화를 살펴보고 마지막으로 V장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

## II. 패치 폭 변화에 따른 핀 배열 패치 안테나의 구조

본 논문에서 전산모의에 사용된 기판은 Taconic 사의 CER-10 으로 유전상수가 10이고 loss tangent 는 0.0035 이다. 핀 배열 패치 안테나의 동작 주파수는 5 GHz 이고 기판 크기는 한 변의 길이가  $\lambda_0$ (60 mm)인 정사각형이다. 프링징 필드(fringing field)의 효과를 고려하여 설계한 5×4 핀 배열 패치 안테나<sup>[6]</sup>의 동작 주파수와 같게 하면서 패치 폭을 줄이기 위하여 폭 방향으로 2주기를 제거한 5×2 핀 배열 패치 안테나를 설계하였다. 폭 방향으로 2주기를 제거하면 단위 셀의 개수는 반으로 감소하지만 패치에서 프링징 필드가 발생하는 영역의 면적은 비슷하기 때문에 단위 셀의 유효 면적이 증가하여 공진주파수는 감소하게 된다. 따라서 공진 주파수를 5 GHz 대역으로 유지하기 위해서는 단위 셀의 폭을 5×4 핀 배열 패치 안테나의 단위 셀의 폭보다 작게 하여야 한다.

그림 1(a), (b), (c)는 각각 기판 두께가 0.8 mm, 1.6 mm, 3.2 mm 일 때 5 GHz 에서 동작하는 5×2 핀 배열 패치 안테나의 개략도를 나타낸다. 5×4 핀 배열 패치 안테나를 폭 방향으로 2주기 제거하여 5×2 핀 배열 패치 안테나를 설계하였다. 기판 두께가 증가할수록 프링

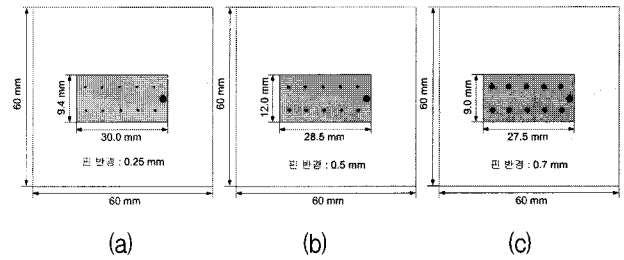


그림 1. 여러 가지 기판 두께에서 설계된 5×2 핀 배열 패치안테나의 개략도. (a) 기판 두께 0.8 mm, (b) 기판 두께 1.6 mm, (c) 기판 두께 3.2 mm.

Fig. 1. Schematic diagram of 5×2 pin array patch antennas for several substrate thicknesses. (a) substrate thickness of 0.8 mm, (b) substrate thickness of 1.6 mm, and (c) substrate thickness of 3.2 mm.

징 필드가 발생하는 영역의 면적이 증가하기 때문에 공진주파수를 5 GHz 로 유지하기 위하여 단위 셀의 폭이 5×4 핀 배열 패치 안테나의 단위 셀의 폭보다 감소하게 된다. 패치 폭의 감소로 인하여 안테나의 입력 임피던스가 바뀌기 때문에 피드 위치도 조정하였다.

## III. 여러 가지 기판 두께에서 패치 폭 변화에 따른 핀 배열 패치 안테나의 특성

여러 가지 기판 두께에서 5 GHz 에서 동작하는 일반적인 패치 안테나, 5×4 핀 배열 패치 안테나, 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성을 비교하였다.

그림 2 (a), (b), (c), (d)는 각각 기판 두께가 0.8 mm 인 경우 일반적인 패치 안테나, 5×4 핀 배열 패치 안테나, 5×2 핀 배열 패치 안테나의  $S_{11}$  스펙트럼, E-평면 방사패턴, H-평면 방사패턴, 수평평면의 방사 패턴을 보인다. 일반적인 패치 안테나에 비하여 5×4 핀 배열 패치 안테나는 10 dB 대역폭이 약 0.1 % 감소하였고 전방방사 이득은 약 0.53 dB 향상되었다. 수평방향으로의 방사는 E-평면 방향으로 약 17 dB, H-평면 방향으로 약 4 dB 감소하였다. 5×2 핀 배열 패치 안테나는 5×4 핀 배열 패치 안테나에 비하여 10 dB 대역폭이 0.1 % 감소되었고, 전방방사 이득은 1.65 dB 감소하였고, 수평 방향으로의 방사는 약 1.2 dB 증가하였지만 패치 크기는 약 52 % 감소되었다. 표 1은 기판 두께가 0.8 mm인 경우 일반적인 패치 안테나, 5×4 핀 배열 패치 안테나, 5×2 핀 배열 패치안테나의 방사 특성을 요약한 결과를 보인다.

기판 두께가 1.6 mm인 경우는 기판 두께가 0.8 mm

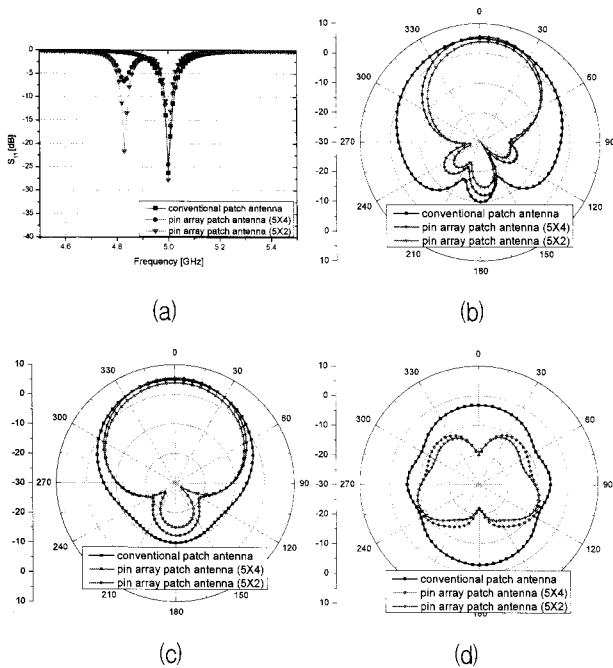


그림 2. 기판 두께가 0.8 mm인 경우 일반적인 패치 안테나, 5×4 핀 배열 패치 안테나, 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성. (a) S11 스펙트럼, (b) E-평면 방사패턴, (c) H-평면 방사패턴, (d) 수평평면 방사패턴.

Fig. 2. Radiation characteristics of a conventional patch antenna, a 5×4 pin array patch antenna, and a 5×2 pin array patch antenna for the substrate thickness of 0.8 mm. (a) S11 spectrum, (b) E-plane radiation pattern, (c) H-plane radiation pattern, and (d) Horizontal plane radiation pattern.

표 1. 기판 두께가 0.8 mm인 일반적인 패치 안테나, 5×4 핀 배열 패치 안테나, 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성.

Table 1. Radiation characteristics of a conventional patch antenna, a 5×4 pin array patch antenna, and a 5×2 pin array patch antenna for the substrate thickness of 0.8 mm.

안테나 종류	안테나 구조 파라미터 (mm)	공진 주파수 (GHz)	S <sub>11</sub> (dB)	10 dB 대역폭 (%)	전방 방사 (dBi)	후방 방사 (dBi)	수평방사 (dBi)
일반 패치	패치 길이 8.7	5.00	-26.32	0.8	4.97	-9.81	0° -3.13
	패치 폭 8.38						90° -6.02
	핀 반경 -						180° -2.85
							270° -5.96
5×4 핀 배열	패치 길이 30.00	5.00	-24.43	0.7	5.50	-12.27	0° -20.04
	패치 폭 19.5						90° -10.91
	핀 반경 0.25						180° -21.99
							270° -11.18
5×2 핀 배열	패치 길이 30.00	5.00	-27.80	0.6	3.85	-15.06	0° -18.95
	패치 폭 9.4						90° -11.15
	핀 반경 0.25						180° -21.65
							270° -10.38

인 경우와 비슷한 안테나 특성을 보였다. 표 2는 기판 두께가 1.6 mm인 경우 일반적인 패치 안테나, 5×4 핀 배열 패치 안테나, 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성을 요약한 결과를 보인다. 일반적인 패치 안테나에 비하여 5×4 핀 배열 패치 안테나는 10 dB 대역폭이 약 0.6 % 감소하였고 전방방사 이득은 약 2.25 dB 향상되었다. 수평방향으로의 방사는 E-평면 방향으로 약 15 dB, H-평면 방향으로 약 4.5 dB 감소하였다. 5×2 핀 배열 패치 안테나는 기존의 5×4 핀 배열 패치 안테나에 비하여 10 dB 대역폭이 0.2% 감소되었고, 전방방사 이득은 약 0.78 dB 감소하였으며, 수평 방향으로의 방사는 약 1.5 dB 증가 하였지만 패치 크기는 약 52% 감소 되었다.

기판 두께가 3.2 mm인 경우도 앞의 두 경우와 비슷한 안테나의 특성을 보였다. 표 3은 기판 두께가 3.2 mm인 경우 일반적인 패치 안테나, 5×4 핀 배열 패치 안테나, 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성을 요약한 결과를 보인다. 일반적인 패치 안테나에 비하여 5×4 핀 배열 패치 안테나는 10 dB 대역폭이 약 0.6 % 감소하였고 전방방사 이득은 약 4 dB 향상되었다. 수평방향으로의 방사는 E-평면 방향으로 약 13 dB, H-평면 방향으로 약 3 dB 감소하였다. 5×2 핀 배열 패치 안테나는 기존의 5×4 핀 배열 패치 안테나에 비하여 10 dB 대역폭이 1.2 % 감소되었고, 전방방사 이득은 약 0.29 dB 감소하였으며, 수평 방향으로의 방사는 약 2 dB 증가 하였지만 패치 크기는 약 56% 감소되었다.

표 2. 기판 두께가 1.6 mm인 일반적인 패치 안테나, 5×4 핀 배열 패치 안테나, 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성.

Table 2. Radiation characteristics of a conventional patch antenna, a 5×4 pin array patch antenna, and a 5×2 pin array patch antenna for the substrate thickness of 1.6 mm.

안테나 종류	안테나 구조 파라미터 (mm)	공진 주파수 (GHz)	S <sub>11</sub> (dB)	10 dB 대역폭 (%)	전방 방사 (dBi)	후방 방사 (dBi)	수평방사 (dBi)
일반 패치	패치 길이 8.51	5.00	-29.27	1.6	5.83	-8.57	0° -1.56
	패치 폭 8						90° -4.37
	핀 반경 -						180° -1.23
							270° -4.03
5×4 핀 배열	패치 길이 28.50	5.00	-21.36	1.0	8.08	-11.79	0° -15.71
	패치 폭 25						90° -8.90
	핀 반경 0.5						180° -21.96
							270° -9.17
5×2 핀 배열	패치 길이 28.50	4.99	-25.38	0.8	7.21	-12.55	0° -13.02
	패치 폭 12						90° -6.89
	핀 반경 0.5						180° -19.24
							270° -6.82

표 3. 기판 두께가 3.2 mm인 일반적인 패치 안테나, 5×4 핀 배열 패치 안테나, 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성.

Table 3. Radiation characteristics of a conventional patch antenna, a 5×4 pin array patch antenna, and a 5×2 pin array patch antenna for the substrate thickness of 3.2 mm.

안테나 종류	안테나 구조 파라미터 (mm)	공진 주파수 (GHz)	S <sub>11</sub> (dB)	10 dB 대역폭 (%)	전방 방사 (dBi)	후방 방사 (dBi)	수평방사(dBi)				
							0°	90°	180°	270°	
일반 패치	패치 길이	7.63	5.00	-40.28	4.6	4.81	-7.57	0°	0.17		
	패치 폭	6.05						90°	-2.75		
	핀 반경	-						180°	1.51		
								270°	-2.70		
5×4 핀 배열	패치 길이	27.50	5.00	-39.57	4	8.80	-8.00	0°	-13.12		
	패치 폭	19.7						90°	-5.95		
	핀 반경	0.7						180°	-15.51		
								270°	-5.77		
5×2 핀 배열	패치 길이	27.50	4.99	-32.38	2.8	8.51	-10.85	0°	-15.26		
	패치 폭	9						90°	-4.63		
	핀 반경	0.7						180°	-13.55		
								270°	-2.87		

IV. 여러 가지 기판 두께에서 핀 반경 변화에 따른 핀 배열 패치 안테나의 특성

여러 가지 기판 두께에서 5×2 핀 배열 패치 안테나의 핀 반경 변화에 따른 방사 특성을 살펴보았다. 동작 주파수를 5 GHz 대역으로 유지하기 위하여 핀 반경을 변화시킬 때 패치 폭도 변화시켰다.

표 4는 기판 두께가 0.8 mm 인 경우 5×2 핀 배열 패치 안테나의 핀 반경과 패치 폭에 따른 방사 특성을 요약한 결과를 보인다. 단위 셀의 핀 반경이 증가할수록 핀에 의한 인덕턴스 성분의 크기가 작아진다. 이 때 핀 배열 안테나의 동작 주파수를 5 GHz 근처로 유지시키기 위하여 패치의 폭을 넓혀 단위 셀의 면적을 증가시킴으로써 단위 셀의 캐퍼시턴스 성분의 크기가 커지도

표 4. 기판 두께가 0.8 mm인 5×2 핀 배열 패치 안테나의 핀 반경과 패치 폭에 따른 방사 특성.

Table 4. Radiation characteristics of a 5×2 pin array patch antenna for several pin radii and patch widths for the substrate thickness of 0.8 mm.

패치 길이 (mm)	패치 폭 (mm)	핀 반경 (mm)	공진 주파수 (GHz)	S <sub>11</sub> (dB)	10 dB 대역폭 (%)	전방 방사 (dBi)	후방 방사 (dBi)	수평방사(dBi)			
								0°	90°	180°	270°
30.00	13.3	0.5	4.99	-20.77	0.6	4.56	-14.08	-17.42	-10.23	-19.22	-10.68
30.00	14.5	0.6	5.02	-21.33	0.6	4.74	-13.66	-17.72	-10.43	-18.62	-10.17
30.00	15.7	0.7	5.02	-34.09	0.6	4.94	-13.52	-18.02	-10.53	-19.80	-10.61
30.00	16.8	0.8	5.02	-24.66	0.6	4.91	-13.08	-20.52	-10.77	-23.43	-10.73
30.00	18.8	0.9	5.02	-20.31	0.6	4.76	-14.34	-23.34	-10.76	-29.54	-10.82

표 5. 기판 두께가 1.6 mm인 5×2 핀 배열 패치 안테나의 핀 반경과 패치 폭에 따른 방사 특성.

Table 5. Radiation characteristics of a 5×2 pin array patch antenna for several pin radii and patch widths for the substrate thickness of 1.6 mm.

패치 길이 (mm)	패치 폭 (mm)	핀 반경 (mm)	공진 주파수 (GHz)	S <sub>11</sub> (dB)	10 dB 대역폭 (%)	전방 방사 (dBi)	후방 방사 (dBi)	수평방사(dBi)			
								0°	90°	180°	270°
28.50	13.2	0.6	5.01	-21.18	1.0	7.39	-12.05	-14.41	-7.17	-18.69	-7.52
28.50	14.4	0.7	5.00	-27.17	1.0	7.44	-12.37	-14.87	-7.77	-20.76	-7.70
28.50	15.5	0.8	4.99	-20.37	1.0	7.45	-12.27	-16.61	-8.58	-20.72	-8.40
28.50	16.5	0.9	4.99	-21.04	0.8	7.40	-12.60	-18.33	-8.83	-18.96	-8.67
28.50	17.3	1.0	5.01	-22.99	0.8	7.39	-12.98	-20.14	-9.34	-16.66	-9.41

록 하였다. 핀 반경이 0.25 mm 에서 0.7 mm 까지 증가할 때 전방방사 이득은 증가하다 0.8 mm 부터 감소하였다. 핀 반경이 0.1 mm 증가할 때 패치 폭을 약 1.2 mm 씩 증가시켜 동작 주파수를 5 GHz 대역에서 유지 하였다. 핀 반경이 0.7 mm 인 경우가 핀 반경이 0.25 mm 인 경우보다 패치 폭은 6.3 mm 증가하였지만 전방방사 이득이 약 1.09 dB 향상되어 일반적인 패치 안테나와 비슷한 4.94 dBi 의 이득을 얻을 수 있었다.

표 5는 기판 두께가 1.6 mm 인 경우 5×2 핀 배열 패치 안테나의 핀 반경과 패치 폭에 따른 방사 특성을 요약한 결과를 보인다. 핀 반경이 0.5 mm에서 0.8 mm 까지 증가할 때 전방방사 이득은 증가하다 0.9 mm 부터 감소하였다. 핀 반경이 0.1 mm 증가할 때 패치 폭을 약 1.1 mm 씩 증가시켜 동작 주파수를 5 GHz 대역에서 유지 하였다. 핀 반경이 0.8 mm 인 경우가 핀 반경이 0.5 mm 인 경우보다 패치 폭은 3.5 mm 증가하였지만 전방방사 이득이 약 0.24 dB 향상되었다.

표 6은 기판 두께가 3.2 mm 인 경우 5×2 핀 배열 패치 안테나의 핀 반경과 패치 폭에 따른 방사 특성을 요

표 6. 기판 두께가 3.2 mm인 5×2 핀 배열 패치 안테나의 핀 반경과 패치 폭에 따른 방사 특성.

Table 6. Radiation characteristics of a 5×2 pin array patch antenna for several pin radii and patch widths for the substrate thickness of 3.2 mm.

패치 길이 (mm)	패치 폭 (mm)	핀 반경 (mm)	공진 주파수 (GHz)	S <sub>11</sub> (dB)	10 dB 대역폭 (%)	전방 방사 (dBi)	후방 방사 (dBi)	수평방사(dBi)			
								0°	90°	180°	270°
27.50	10.2	0.8	4.99	-20.84	3	8.53	-10.25	-17.26	-4.32	-15.89	-4.50
27.50	11.2	0.9	5.00	-24.74	3	8.70	-9.66	-19.72	-4.93	-16.85	-4.91
27.50	12.2	1.0	4.99	-25.27	3	8.92	-9.71	-21.54	-4.71	-17.52	-5.40
27.50	13.2	1.1	4.99	-28.06	2.8	8.85	-8.26	-21.94	-5.65	-16.30	-5.79
27.50	14.2	1.2	4.98	-32.10	2.8	8.74	-9.81	-22.20	-5.86	-15.66	-6.08

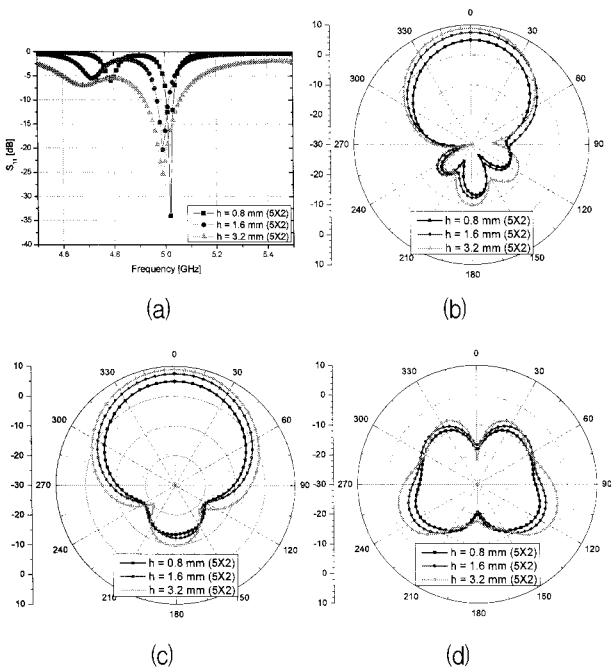


그림 3. 여러 가지 기판 두께에서 전방방사 이득을 가장 크게 하는 핀 반경을 갖는 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성. (a) S<sub>11</sub> 스펙트럼, (b) E-평면 방사패턴, (c) H-평면 방사패턴, (d) 수평평면 방사패턴.

Fig. 3. Radiation characteristics of a 5×2 pin array patch antenna for several substrate thicknesses with the pin radius for maximum broadside radiation gain. (a) S<sub>11</sub> spectrum, (b) E-plane radiation pattern, (c) H-plane radiation pattern, and (d) Horizontal plane radiation pattern.

약한 결과를 보인다. 핀 반경이 0.7 mm에서 1.0 mm 까지 증가할 때 전방방사 이득은 증가하다 1.1 mm 부터 감소하였다. 핀 반경이 0.1 mm 증가할 때 패치 폭을 약 1.0 mm 씩 증가시켜 동작 주파수를 5 GHz 대역에서 유지 하였다. 핀 반경이 1.0 mm 인 경우 핀 반경이 0.7 mm 인 경우보다 패치 폭은 3.2 mm 증가하였지만 전방방사 이득은 약 0.41 dB 향상되었다.

그림 3 (a), (b), (c), (d)는 여러 가지 기판 두께에서 전방방사 이득이 가장 큰 핀 반경을 갖는 5×2 핀 배열 패치 안테나의 S<sub>11</sub> 스펙트럼, E-평면 방사패턴, H-평면 방사패턴, 수평평면의 방사 패턴을 보인다. 그림 3에서 기판 두께가 증가하면 전방방사 이득이 증가하고 10 dB 대역폭이 증가하는 것을 볼 수 있다. 그러나 인접 안테나 간의 상호결합의 원인이 되는 수평방향으로의 방사 또한 증가하는 것을 볼 수 있다. 전방방사 이득이 최대가 되는 핀 반경도 기판의 두께가 증가하면 증가하는 것을 볼 수 있다.

기판 두께가 0.8 mm, 1.6 mm, 3.2 mm 인 경우 10

표 7. 여러 가지 기판 두께에서 전방방사 이득을 가장 크게 하는 핀 반경을 갖는 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성.

Table 7. Radiation characteristics of a 5×2 pin array patch antenna for several substrate thicknesses with the pin radius for maximum broadside radiation gain.

기판 두께 (mm)	패치 길이 (mm)	패치 폭 (mm)	핀 반경 (mm)	10 dB 대역폭 (%)	전방 방사 (dBi)	후방 방사 (dBi)	수평방사(dBi)			
							0°	90°	180°	270°
0.8	30	15.7	0.7	0.6	4.94	-13.52	-18.02	-10.53	-19.80	-10.61
1.6	28.5	15.5	0.8	1.0	7.45	-12.27	-16.61	-8.58	-20.72	-8.40
3.2	27.5	12.2	1.0	3	8.92	-9.71	-21.54	-4.71	-17.52	-5.40

dB 대역폭은 각각 0.6 %, 1.0 %, 3.0 % 이고 패치 크기는 5×4 핀 배열 패치 안테나와 비교하여 각각 약 20 %, 38 %, 38 % 감소되었다. 전방방사 이득은 5×4 핀 배열 패치 안테나와 비교하여 기판 두께가 0.8 mm, 1.6 mm 인 경우 약 0.56 dB, 0.63 dB 감소되었지만 기판 두께가 3.2 mm 인 경우에는 0.12 dB 증가하였다. 표 7은 여러 가지 기판 두께에서 전방방사 이득을 가장 크게 하는 핀 반경을 갖는 5×2 핀 배열 패치 안테나의 방사 특성을 요약한 결과를 보인다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 배열 안테나 제작 시 단위 안테나 간의 상호결합을 증가시키는 수평방향으로의 방사를 억제시킬 수 있는 핀 배열을 가지는 패치 안테나의 패치 폭이 방사특성에 미치는 영향을 살펴보았다. 동작 주파수를 일정하게 유지하면서 패치 폭과 폭 방향으로의 단위 셀의 수를 감소시키면서도 좋은 방사특성을 갖는 핀 배열 안테나의 설계 방법에 대해 연구하였다.

여러 가지 기판 두께에서 설계된 5×4 핀 배열 패치 안테나와 5×2 핀 배열 패치 안테나의 특성을 HFSS를 이용하여 전산모의한 결과를 비교하였다. 또한 5×2 핀 배열 패치 안테나의 경우 핀 반경을 변화시켜가며 전방방사 이득의 변화를 살펴보고 전방방사 이득이 가장 큰 핀 반경이 존재함을 확인하였다.

5×2 핀 배열 패치 안테나의 경우 5×4 핀 배열 패치 안테나에 비하여 기판의 두께가 커질수록 단위 셀의 폭이 감소함을 볼 수 있었다. 또한 기판의 두께가 커지면 전방방사 이득의 증가가 커짐을 볼 수 있었다. 핀 반경을 증가시키면 전방방사 이득은 증가하지만 단위 셀을 크게 하여야 5 GHz 대역의 공진 주파수를 유지할 수 있기 때문에 핀 배열 패치 안테나의 패치 면적이 증가

하게 된다.

5×2 핀 배열 패치 안테나의 경우 기판 두께가 0.8 mm, 1.6 mm, 3.2 mm 인 경우 전방방사 이득을 최대로 가지는 핀 반경은 각각 0.7 mm, 0.8 mm, 1.0 mm 이다. 전방방사 이득은 5×4 핀 배열 패치 안테나와 비교하여 기판 두께가 0.8 mm, 1.6 mm인 경우 약 0.56 dB, 0.63 dB 감소되었지만 기판 두께가 3.2 mm 인 경우에는 0.12 dB 증가하였다. 또한 10 dB 대역폭은 각각 0.6 %, 1.0 %, 3.0 % 이고 패치 크기는 5×4 핀 배열 패치 안테나와 비교하여 각각 약 20 %, 38 %, 38 % 감소되었다.

5×2 핀 배열 패치 안테나의 경우 5×4 핀 배열 패치 안테나와 비교하면 단위 셀의 개수가 반으로 줄어 핀의 개수가 반으로 줄고 패치 폭의 크기도 크게 감소한다. 반면에 전방방사 이득과 수평방향 방사 억제는 거의 같은 값을 가짐을 볼 수 있다. 특히 기판 두께가 두꺼워질 수록 5×2 핀 배열 패치 안테나의 전방방사 이득과 수평방향 방사 억제 정도가 5×4 핀 배열 패치 안테나에 비하여 좋아짐을 볼 수 있었다. 그러므로 5×2 핀 배열 패치 안테나가 5×4 핀 배열 패치 안테나에 비하여 핀의 개수가 적어지므로 제작하기도 쉽고 또한 패치의 폭이 크게 감소하여 위상 배열 안테나에 단위 안테나로 사용 시 폭 방향으로의 근접장의 영향을 작게 받을 것으로 예상된다.

## 참 고 문 헌

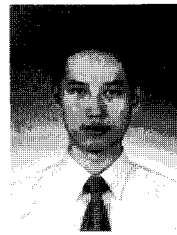
- [1] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl, and A. Ittipiboon, "Microstrip Antenna Design Handbook," 2nd edition, Boston·London, Artech House, 2000.
- [2] R. Balanis "Antenna Theory," 2nd edition, Wiley & Sons, 1997.
- [3] M. A. Khayat, J, T, Williams, D. R. Jackson, and S. A. Long, "Mutual Coupling Between Reduced Surface-Wave Microstrip Antennas," IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 48, pp. 1581-1593, Oct. 2000.
- [4] Marija M. Nikolić, Antonije R. Djordjević, and Arye Nehorai, "Microstrip Antennas With Suppressed Radiation in Horizontal Directions and Reduced Coupling," IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 53, no. 11, pp. 3469-3476, Nov. 2005.
- [5] 이우람, 김태영, 김부균, 신종덕, "패치와 접지면 사이에 삽입된 핀 배열을 가지는 안테나의 방사특성에 핀 반경이 미치는 효과," 전자공학회논문지, 제45권, TC편, 제10호, pp. 80-89, 2008년, 10월.
- [6] 조명기, 김태영, 김부균, "기판 두께에 따른 핀 배열을 가지는 패치 안테나의 특성," 2009년도 춘계 마이크로파 및 전파전파 학술대회 논문집, 제32권, 제1호, pp. 131, 2009년, 5월.

저 자 소 개



윤 영 민(학생회원)  
 2003년 숭실대학교 정보통신전자  
 공학부 학사 졸업.  
 2005년 숭실대학교 전자공학과  
 석사 졸업.  
 2005년~현재 숭실대학교  
 전자공학과 박사 과정.

<주관심분야 : Microstrip Antennas, 위상 배열  
 안테나, EMI/EMC>



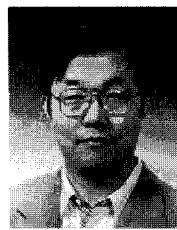
김 태 영(학생회원)  
 2003년 숭실대학교 정보통신전자  
 공학부 학사 졸업.  
 2005년 숭실대학교 전자공학과  
 석사 졸업.  
 2005년~현재 숭실대학교  
 전자공학과 박사 과정.

<주관심분야 : Microstrip Antennas, EBG, THz  
 signal generation>



조 명 기(학생회원)  
 2009년 숭실대학교 정보통신전자  
 공학부 학사 졸업.  
 2009년~현재 숭실대학교  
 전자공학과 석사 과정.

<주관심분야 : Microstrip Antennas, 위상 배열  
 안테나>



김 부 군(평생회원)  
 1979년 서울대학교 전자공학과  
 (공학사)  
 1981년 KAIST 전기및전자공학과  
 (공학석사)  
 1989년 University of Southern  
 California, 전자공학과  
 (공학박사)

1993년 IBM Almaden 연구소 방문 연구원  
 1997년~1998년 Univ. of California at Santa  
 Barbara 방문 부교수

2004년~2006년 산자부 산업기술발전심의회 위원  
 2008년~현재 숭실대학교 IT대학 학장  
 1981년~현재 숭실대학교 정보통신전자공학부  
 교수

<주관심분야 : 위상 배열 안테나, SiP, 광통신 및  
 광네트워크용 소자>