

빔 틸팅 특성을 갖는 개구 급전 마이크로스트립 안테나 설계 연구

Design of the Aperture Coupled Microstrip Antenna with Tilted Beam

하재권* · 박동철**

Jae Kwon Ha* · Dong Chul Park**

요 약

본 논문에서는 다이폴 야기 배열 안테나의 동작 원리를 개구 급전 마이크로스트립 패치 안테나에 적용하여 틸티드 빔(tilted beam) 특성을 가지는 패치 안테나를 제안하고 그 특성을 실험적으로 고찰하였다. 제안된 안테나는 구동 패치, 반사 패치, 유도 패치들의 크기, 각 패치 간 간격, 유전체 기판의 두께와 유전율, 그리고 급전 방법 등에 의해 성능 변화 및 특성이 좌우되기 때문에, 본 논문에서는 이득과 빔 틸팅에 큰 영향을 미치는 변수들을 찾아내고 이들에 의한 성능 trade-off을 통해 빔 틸티드 개구 급전 마이크로 스트립 패치 안테나를 설계 제작하고 반사 손실과 빔 패턴에 대한 설계 및 측정 결과를 비교 분석하였다. 제작된 안테나는 공진 주파수인 2.58 GHz에서 양각 방향에서의 주 빔은 45° 틸티드 특성을 가지고 있으며, 시뮬레이션 빔 패턴과 잘 일치하는 것을 확인하였다.

Abstract

In this paper, a new type of aperture coupled microstrip patch antenna with tilted-beam based on the principal of the dipole yagi antenna is proposed and investigated experimentally. Its configuration is composed by 3 types of patches; reflector, driver, and director. Tilted beam patterns are effected by many parameters as those of dipole yagi antenna; sizes of the patches, gaps between the patches, characteristics of the substrates, feeding method and etc. Therefore, in this paper, the effects of varying design parameters of this antenna are studied with a goal of enhancing the gain and tilting the beams. A microstrip patch antenna with tilted beam based on performance trade-offs is designed and fabricated. Measured and simulated results for return loss and radiation patterns are presented. It has 45° tilted beam and very close to simulation beam pattern at resonant frequency, 2.58 GHz.

I. 서 론

위성 및 이동통신 서비스 산업의 활성화로 스마트 안테나, 위상 배열 안테나, 그리고 능동 안테나와 같은 새로운 빔 제어 기능을 가지는 안테나 기술에

대한 연구 개발이 국내외에서 활발하게 추진되고 있다. 본 논문에서는 고정 위성이나 차세대 기지국과 같이 특정 방향의 지향 빔이 요구되는 환경에서 안테나 설치 및 운용이 간단하고 편리한, 틸티드 빔 특성을 가지는 개구 급전 마이크로스트립 패치 안

*블루웨이브텔(주)(BlueWaveTel Co., Ltd)

**충남대학교 전자공학과(Dept. of Radio Science and Engineering, Chungnam National University)

· 논문 번호 : 20010112-008

· 수정완료일자 : 2001년 4월 28일

테나를 제안하고 이들의 설계 변수들간의 trade-off 을 조사하여 향후 원하는 설계 규격에 맞는 틸티드 각도와 이득을 만족하는 안테나 설계 방법을 제시 하였다.

일반적인 마이크로스트립 배열 안테나 구조에서 안테나 방사 요소간의 상호 결합은 주 빔 패턴의 불균형과 주 빔의 이득 감소 등으로 바람직하지 않은 특성으로 취급되어 왔다. 그러나 이와 같은 특성을 적절하게 이용함으로써 특정 방향으로 지향성 빔을 얻기 위한 연구가 시작되었다^{[1]-[3]}. John Huang은 1989년 처음으로 두꺼운 유전체 기판을 이용하여 양각 23° ~ 53°의 빔 틸팅 특성(중심 빔 틸팅 각도는 42° ~ 45°)을 가지는 동축 급전의 마이크로스트립 패치 안테나를 설계 제작하였다. 이 안테나는 다이폴 야기 안테나 원리를 적용하여 실험적인 방법을 통해 최적화 설계치를 얻고 있다. 특히 최근에는 기생 패치간의 상호 결합 특성을 정량적으로 해석한 논문^[4]도 발표되고 있지만, 각각의 패치 크기, 그들 간 간격, 유전체 기판의 특성, 그리고 급전 망의 구성에 따른 다양한 빔 틸팅 특성들과 그들간의 커플링에 의한 유도 전류의 크기와 위상 특성에 관해서는 아직도 정확한 해석이 이루어지고 있지 않다. 따라서 Ensemble과 같은 평판 안테나 설계 도구만으로는 틸티드 빔 특성을 가지는 평판 안테나 설계 적용에는 한계가 있다.

본 논문에서는 Ensemble에 의한 시뮬레이션과 실험적인 방법을 통해 틸티드 빔 특성을 가지는 개구 급전 마이크로스트립 패치 안테나의 한계 성능을 분석하고 45° 빔 틸티드 특성을 가지는 평판 안테나의 설계 값을 도출하고 제작 측정을 통해 그 특성을 고찰하였다. 적용된 개구 급전 방식은 단일 기판 구조에서 널리 사용되고 있는 동축 급전이나 직접 급전 방식과 달리, 고 이득 구현을 위한 배열 구조에서 급전 라인에 의한 기생 패치와의 상호 결합 효과를 제거할 수 있어 급전 망 구현이 비교적 자유스럽고, 다른 급전 방식에 비해 광 대역 특성을 구현할 수 있다. 설계 규격은 우리 나라를 비롯한 일본, 중국, 러시아 등에 할당된 위성 DAB (Digital Audio Broadcasting) 수신 주파수(2.535 ~ 2.655 GHz) 대역 중에서, 대역폭 30 MHz 범위에서 주 빔의 틸팅 각도가 45° +/- 10° 이면서 3 dB 빔 폭은 30° 이상

으로 하였다. 사용된 기판은 비유전율 2.5, 두께 1.524 mm인 방사 기관과, 비유전율 10.2, 두께 0.635 mm인 급전 기관을 사용하였다. 이와 같은 틸티드 빔 안테나는 위상 변위기와 양각 제어 장치를 별도로 사용하지 않으면서도 배열 구조로 설계 제작하여 적정 이득과 빔 폭을 가질 경우에는, 위성 및 기지국으로부터의 무선 신호를 이동체 뿐만 아니라 가정 및 사무실의 벽면과 창문 등에 쉽게 부착 설치하여 사용할 수 있다.

II. 빔 틸팅 안테나의 구조와 동작 원리

제안된 안테나는 그림 1과 같이 구동기, 반사기, 그리고 유도기로 구성된다. 안테나의 공진 주파수는 구동기의 크기와 기생 패치의 크기 그리고 그들간의 간격에 의해 결정된다.

일반적인 패치 방사소자는 공간파(space wave)에 의한 방사가 주 빔을 형성하지만, 제안된 안테나는 패치들의 상호 결합 임피던스에 의해 유도된 전류 크기와 위상, 그리고 유전체 기판 내부를 전파하는 표면파(surface wave)에 의해서도 빔 패턴 특성이 영향을 받게 된다.

주 빔을 형성하는 공간파는 자유공간을 전파되어 나갈 때 거리에 반비례(1/r)하여 그 세기가 감소하며, 전송선이나 회로소자에서는 원하지 않는 스퍼리어스 방사로 취급된다. 반면에 표면파는 유전체 기판을 통해 절지 판과 자유공간의 경계면을 아래 위로 반사하며 $1/\sqrt{\epsilon}$ 로 감소하면서 진행하고, 유전체

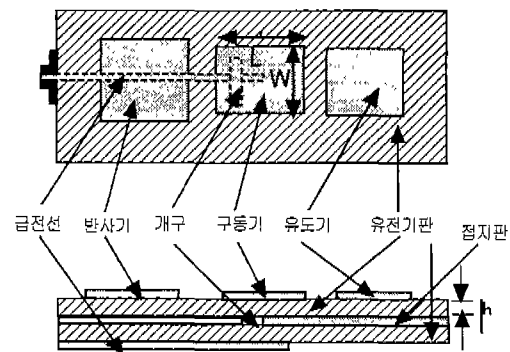


그림 1. 제안된 안테나 구조
Fig. 1. Configuration of antenna.

기판 밖으로는 지수 함수적으로 감소하는 누설파(leakage wave)를 야기한다. 이와 같은 표면파와 누설파는 방사 소자 혹은 다른 회로소자 간의 결합을 방해하고, 안테나 패턴에서 부엽(side lobe)과 교차 편파(cross polarization)를 증가시켜 회로 및 안테나의 효율을 떨어뜨린다. 그러나 누설파에 의한 영향은 다른 것에 비해 무시될 수 있을 만큼 미약하므로 대부분 회로소자 및 평판 안테나 개발에서는 표면파에 관심을 가지고 이를 억제하기 위한 연구가 수행되어왔다. 표면파는 전파 방향으로 실수 파수(real wave number)를 가지고 있고, 표면파의 위상 속도는 비유전율(ϵ_r)과 두께(h)에 의해 결정된다. 준-TEM파(quasi-TEM wave)가 패치를 따라 진행할 때, 파들간에는 강한 결합 현상이 일어나고, 이러한 결합에서 가장 낮은 주파수는 패치 안테나에서의 높은 주파수 동작을 결정하게 된다. 표면파의 차단 주파수는 식 (1)과 같다. 여기서 n 은 TM 모드의 차수, c 는 광속도, 그리고 h 는 기판의 두께이다. 가장 낮은 차수의 TM 모드(TM₀)는 차단 주파수가 0이므로 모든 주파수 성분을 갖는 표면파가 기판 내부로 진행하면서 에너지를 전달할 수 있다^[5].

$$f_c = \frac{nc}{4h\sqrt{\epsilon_r - 1}} \quad (1)$$

다이폴 야기 안테나에서는 두 다이폴의 거리가 떨어져도 방사에 의한 강한 결합이 가능하지만, 제한된 안테나는 기생 패치에 유기된 전류 크기와 위상에 따라서 각각의 패치들이 반사기 혹은 유도기 역할을 함으로서 주 빔의 틸팅을 야기한다. 즉, 반사기에 유도되는 전류는 구동기와와의 간격만큼 위상이 지연되고 반사기 유도 전류에 의해 발생하는 전계가 유도기 방향으로 합쳐질 때 구동기 단독의 방사 전계보다 강화된다. 또한 유도기의 전류는 구동기와와의 간격만큼 구동기 전류 위상보다 앞서고 전체 전계의 세기가 구동기 단독의 방사 전계보다 강화되면 주 빔은 유도기 방향으로 틸팅 특성을 가지게 된다.

기생 패치에 보다 강한 전류와 원하는 위상을 유도시키기 위해서는 보다 강한 상호 결합 특성과 패치들 간의 적절한 간격을 설정하는 것이 매우 중요한 설계 변수이다. 두 패치 간의 간격은 적어도 유

전체 기판의 두께보다 적거나 같게 함으로서 공간파에 의한 bore-sight 빔과 표면파에 의한 end-fire(패치와 수평 방향) 빔, 그리고 기생 패치의 유도 전류 크기와 위상에 의한 방사 전계들의 벡터 합이 유도기 방향으로 강화되면서 주 빔이 틸팅 특성을 얻게 된다. 전체적인 틸티드 빔 패턴은 각각의 패치 크기, 패치간 간격, 유전체 기판의 특성, 그리고 급전 구조 등에 의해 영향을 받으며 기존의 다이폴 야기 안테나보다 훨씬 복잡하고 많은 설계 변수들을 가지고 있다.

III. 안테나의 설계

평판 안테나의 설계는 먼저 적절한 기판의 선택과 그 기판으로 구현할 수 있는 성능의 한계를 파악하는 것에서 출발한다. 표 1은 본 논문에서 제작된 안테나의 사용 기판과 기본적인 설계 요구 규격이다.

구동기 및 기생 패치들의 설계는 단일 구동기 패치만의 개구 급전 마이크로스트립 안테나를 설계한 후, 유도기와 반사기를 부가하면서 공진 주파수의 변화와 빔 틸티드 각도를 관측하면서 각각의 패치 크기와 그들간의 간격을 조정한다. 기생 패치의 크기가 구동 패치보다 크면 공진 주파수는 낮은 주파수 대역으로 이동하고, 작으면 높은 주파수로 이동하게 된다. John Huang의 동축 급전 마이크로스트립 야기 배열 안테나^[3]에서는 기판의 두께와 유전 상수에 따라서 반사기 크기는 구동기를 기준으로 대략 1.1~1.3 배, 유도기는 구동기의 0.8~1.1배 크

표 1. 기판 및 설계 요구 규격

Table 1. Substrate and design requirements.

항 목		규 격
방 사 기 판	유전율(ϵ_r)	2.5
	두께	1.524 mm
급 전 기 판	유전율(ϵ_r)	10.2
	두께	0.635 mm
중심 주파수		2.58 GHz
대역폭		30 MHz
이득		>5dBi
양각 방향 빔 틸팅 각도		45° +/- 10°

기를 제안하고 있다. 이러한 크기 비는 특정 빔 패턴 및 필터드 각도가 선택된 유전체 기판 특성과 두께, 그리고 구동기와 기생 패치들 간의 중심 간격에 의해 결정된다는 것을 의미한다. 기판의 유전율은 $1.5 < \epsilon_r < 5$ 정도를 사용하며, 두꺼운 기판은 대역폭을 증가시키기도 하지만 고차 모드를 발생시키므로 적절한 두께를 선택할 필요가 있다. 반사기와 구동기 간의 간격은 유전체 두께의 1/2배 내외에서 결정되고 구동기와 유도기간의 간격은 반사기와 구동기 간격보다 넓은 것이 일반적이다. 기판의 유전율이 낮을수록 이득은 증가하나 패치 크기가 증가하여 전체 안테나 크기가 증가하고 급전망에 의한 결합 효과가 증대하여 실제 제작에서의 성능 구현이 어렵다. 또한 높은 유전율을 가지는 기판을 사용하게 되면 각 패치들의 크기가 작아지게 되고 패치간 결합 효과를 제어하는 것이 어렵다.

구동기의 길이는 일반적으로 $\lambda/2$ 정도이지만, 유전체 기판의 유전율과 두께에 따라서도 보정되어야 한다. Fringe fields 효과를 고려한 구동기의 길이는 식 (2)와 같으며, fringe 효과로 증가된 패치 길이 Δl 은 식 (3)으로부터 구해질 수 있다. 여기서 W 는 구동기의 폭, h 는 유전체 기판의 높이이며, 유전체 기판의 유효 유전율(ϵ_e)은 식 (4)와 같다.

$$L = \frac{c}{2 f_r \sqrt{\epsilon_e}} - 2\Delta l \quad (2)$$

$$\frac{\Delta l}{h} = 0.412 \frac{(\epsilon_e + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_e - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \quad (3)$$

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W} \right)^{-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

그리고 구동기 폭 W 는 식 (5)와 같으며, 여기서, c 는 광속, f_r 은 공진 주파수, ϵ_r 은 비유전율을 나타낸다.

$$W = \frac{c}{2 f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (5)$$

특히 기생 패치들간의 결합 효과 때문에 구동기 패치는 Δl 의 fringing 효과보다 크게 나타나므로 실제 설계 제작에서는 식 (2)와 (4)에서 얻은 값보다 작은 값을 가지게 된다.

본 논문에서는 구동기와 유도기 크기와 간격, 그

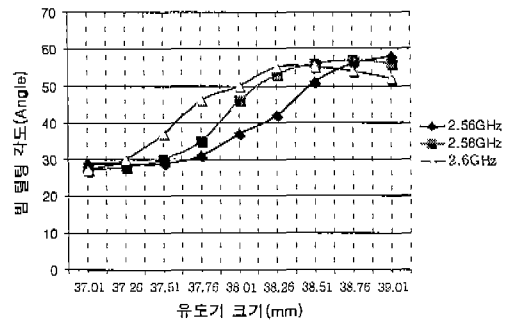


그림 2. 유도기 크기에 따른 주 빔 틸팅
Fig. 2. Main beam tilting by director size.

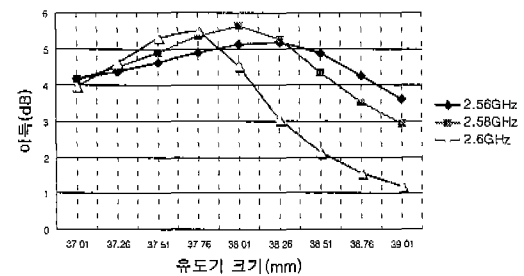


그림 3. 유도기 크기 변화에 의한 이득
Fig. 3. Gain by director size.

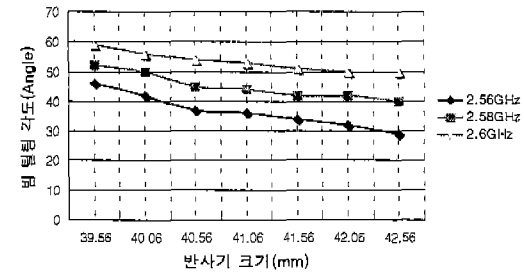


그림 4. 반사기 크기 변화에 따른 빔 틸팅 각도
Fig. 4. Angle of beam tilting by reflector size.

리고 반사기 크기와 구동기간의 간격을 설계 변수로 한 성능 변화 및 한계를 분석하였다. 이와 같은 과정에서는 성능의 한계가 나타나는 설계 변수들은 적정의 설계 값으로 고정해 나가면서 그 특성들을 비교하여 최종적으로는 그림 2 ~ 그림 5와 같은 특성 변화 결과를 관측하였다. 이 때 횡축의 설계 변수를 제외한 나머지 설계 값들은 표 2의 설계 값을 적용하였다. 틸팅 각도와 이득에 대한 각 설계 변수

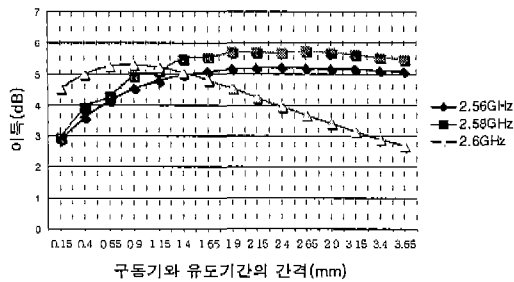


그림 5. 유도기와 구동기 간격에 따른 이득
Fig. 5. Gain by gap between director and driver.

표 2. 안테나 설계 규격

Table 2. Antenna design specifications.

설계 변수	길이(mm)
반사기 (L × W)	41.06 × 41.06
구동기 (L × W)	37.46 × 37.24
유도기 (L × W)	38.01 × 38.01
구동기와 반사기 간격	0.65
구동기와 유도기 간격	1.9
Aperture 폭(AW)	17.5
Aperture 길이(AL)	1.4
Stub 길이(SL)	9.27
급전선 폭(FW)	0.6

표 3. 설계 변수에 의한 빔 틸팅 및 이득의 영향

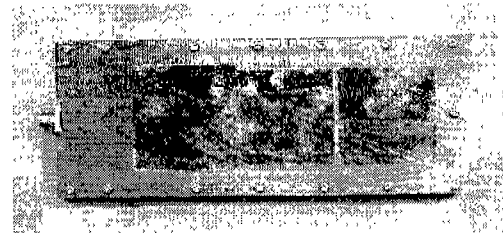
Table 3. Effects of beam tilting and gain by design parameters.

설계 변수	빔 틸팅	이득
유도기 크기	High	High
유도기와 구동기 간격	Low	High
반사기 크기	Medium	Low
반사기와 구동기 간격	Low	Low

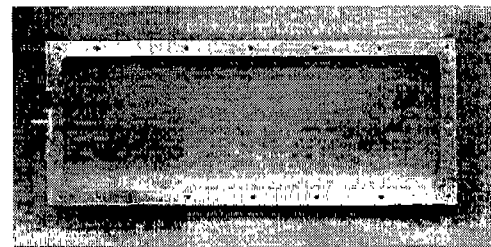
들의 영향은 표 3과 같이 요약된다. 즉 반사기 및 구동기 크기가 틸팅 각도에 큰 영향을 주고 있으며, 유도기 크기와 구동기와 유도기 간격은 이득에 비교적 큰 영향을 주고 있다.

IV. 안테나의 제작 및 측정 분석

제작된 안테나의 모양은 그림 6과 같다. 급전선



(a)



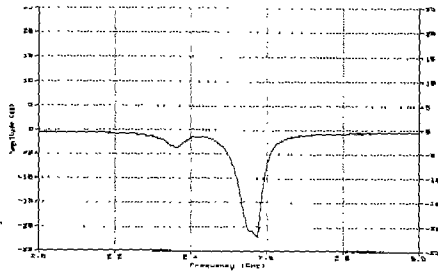
(b)

그림 6. 제작된 안테나. (a) 전면부, (b) 후면부
Fig. 6. The fabricated antenna. (a) Top view, (b) Rear view.

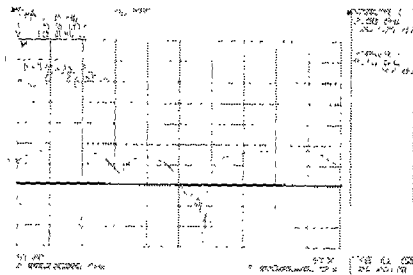
과 개구면은 양면의 단일 기관으로 에칭되어 배열 오차는 무시될 수 있으나 방사 패치와 결합 배열 시에는 오차가 발생할 수 있음을 감안하여 기관의 가장 자리와 알루미늄 기구를 볼트로 결합하여 정렬하는 방법을 사용하였다.

설계 도구로부터 얻은 반사손실과 제작된 안테나의 측정된 반사 손실은 그림 7의 (a), (b)와 같다. -10 dB 이하의 대역폭은 시뮬레이션 시에는 2.52~2.59 GHz로 나타나고, 제작 측정에서는 2.51~2.59 GHz이고, 공진 주파수인 2.58 GHz에서의 반사 손실의 크기는 설계에서는 -21 dB, 측정에서는 -12.75 dB를 얻었다. 이는 두 유전체 기관을 적층 결합하는 과정에서의 오차, 그리고 설계(오차 한계 0.01 mm) 및 제작(오차 한계 0.05 mm) 상의 오차로 발생한 부정합에 의한 반사 손실의 특성 변화로 판단된다.

그림 8~그림 10은 2.56 GHz와 2.58 GHz, 그리고 2.60 GHz에서의 설계 빔 패턴과 측정 빔 패턴을 보여주고 있다. 공진 주파수인 2.58 GHz에서의 설계 빔 패턴은 패치에 수직 방향인 bore sight 축을 기준으로 하였을 때 주 빔의 틸팅 각도는 45°, 측정에서는 46°의 틸팅 특성이 측정되었다. 전체 빔 패



(a)



(b)

그림 7. 반사 손실. (a) 시뮬레이션, (b) 측정 결과
Fig. 7. Return loss. (a) Simulation, (b) Measurement results.

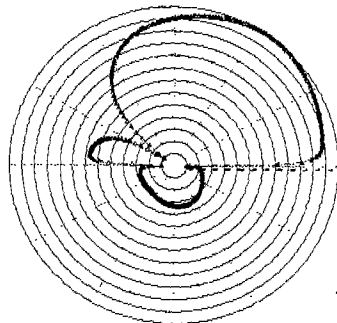
턴은 설계 결과와 측정 결과가 거의 일치하고 있으나, 주파수가 증가할수록 반사기의 역할이 약화되어 오른쪽의 주 빔보다는 왼쪽의 부 빔 레벨이 증가하고, 주파수가 감소할수록 왼쪽의 부 빔이 줄어들면

서 오른쪽의 주 빔 레벨이 증가하였다. 이는 주파수 증가에 따라서 구동기와 반사 기간의 중심 간격이 공진 주파수에서의 파장 거리보다 증가하여 반사기 역할이 약화되기 시작하고 구동기와 유도기간의 중심 간격도 증가하기 시작하여 반사기와 유도기 패치에 유기되는 전류의 위상이 구동기 위치에서 최대 벡터 합으로 더 이상 나타나지 않기 때문인 것으로 분석된다. 따라서 주파수에 대한 빔 패턴을 분석한 결과, 빔 틸팅 마이크로 스트립 패치 안테나에서는 빔 패턴 대역폭이 임피던스 대역폭보다 훨씬 민감하게 나타남으로써 설계 제작에 따른 최적의 안테나 설계 값을 추출하기 위해서는 유전 알고리즘 (genetic algorithm)과 같은 보다 전문화된 최적화 기법이 요구된다.

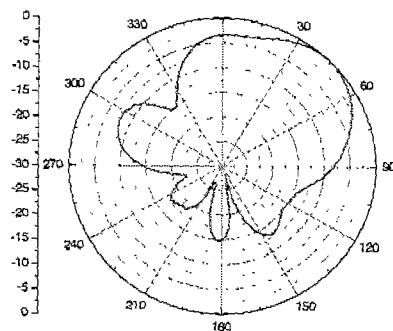
V. 결 론

본 논문에서는 다이폴 야기 배열 안테나의 동작 원리를 마이크로 스트립 패치 안테나에 적용하여 틸팅 빔 특성을 가지는 개구 급전 마이크로 스트립 패치 안테나를 제안하고 많은 설계 변수들에 대해 이득과 빔 틸팅에 비교적 큰 영향을 미치는 변수들을 도출하였다. 빔 틸팅에 비교적 큰 영향을 주는 설계 변수는 유도기 크기와 반사기 크기이고, 유도기 크기와 구동기 간의 간격은 이득 측면을 고려할 경우 주요 설계 변수였다.

Far Field Pattern
Freq = 2.56000 GHz, Scan Angle = 0.001



(a)



(b)

그림 8. 2.56 GHz 빔 패턴. (a) 시뮬레, (b) 측정 결과 이션
Fig. 8. Beam pattern at 2.56 GHz, (a) Simulation, (b) Measurement results.

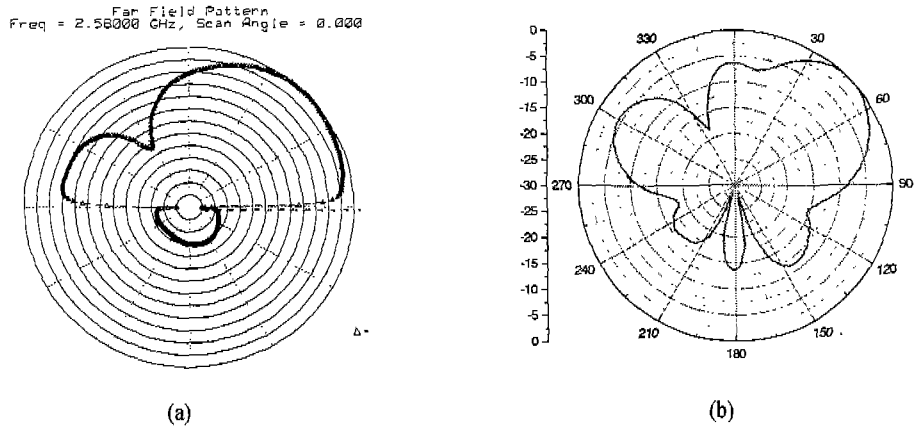


그림 9. 2.58 GHz 빔 패턴. (a) 시뮬레이션, (b) 측정 결과
 Fig. 9. Beam pattern at 2.58 GHz. (a) Simulation, (b) Measurement results.

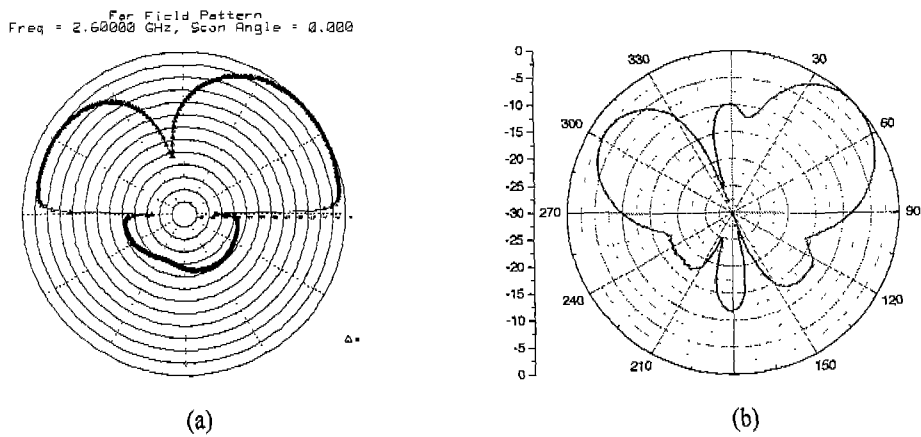


그림 10. 2.60 GHz 빔 패턴. (a) 시뮬레이션, (b) 측정 결과
 Fig. 10. Beam pattern at 2.60 GHz. (a) Simulation, (b) Measurement results.

제작된 안테나는 공진 주파수인 2.58 GHz에서 주 빔은 양각 방향으로 45° 틸팅 특성을 가지며, 시뮬레이션 빔 패턴과 일치하고 있으며, VSWR<2인 임피던스 대역폭은 2.51~2.59 GHz이고, 2.58 GHz에서 양각 방향의 3 dB 빔폭 27~71°를 얻었다.

기존의 패치 안테나가 빔 패턴 대역폭이 임피던스 대역폭보다 훨씬 넓고 안정되어 있지만, 제작된 안테나에서는 빔 패턴 대역폭이 임피던스 대역폭보다 민감하게 변하고 있다.

틸티드 빔 안테나는 위상 변위기와 양각 제어 장치를 별도로 사용하지 않으면서도 배열 구조로 설계 제작하여 적정 이득과 빔 폭을 가질 경우에는,

이동체뿐만 아니라 가정 및 사무실의 벽면과 창문 등에 쉽게 부착 설치하여 사용할 수 있다. 따라서 위성이나 기지국과 같은 지향성 빔 특성이 요구되는 DAB 및 DBS, 그리고 차세대 이동통신 기지국 등에서 유용하게 적용될 수 있다.

향후 연구는 광대역 빔 패턴 특성과 원형 편파의 순도를 배열 구조에서도 유지하면서 고 이득의 틸티드 빔 안테나 기술을 확보하고 각 패치들간의 상호 결합에 의한 유도 전류의 크기와 위상 변화를 정확하게 해석할 수 있는 이론 연구가 필요한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] John Huang, "Planar Microstrip Yagi Array Antenna", *IEEE AP-S Symposium*, pp. 894~897, 1989.

[2] John Huang and A. C. Densmore, "Microstrip Yagi Array Antenna for Satellite Vehicle Application", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 39, pp. 1024-1030, July 1991.

[3] Derek Gray, et al., "Electronically Steerable Yagi-Uda Microstrip Patch Antenna Array", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 46, pp. 605~608, May 1998.

[4] Shyh-Yeong Ke and Kin-Lu Wong, "Rigorous analysis of rectangular microstrip antenna with parasitic patches", *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, 1995. AP-S. Digest, vol. 2, pp. 968~971, 1995.

[5] R. E. Collin, *Field Theory of Guided Waves*, IEEE Press, pp. 712-716, 1991.

하 재 권



1980년 2월: 경북대학교 전자공학과(공학사)
 1982년 2월: 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1996년 2월: 충남대학교 대학원 전자공학과 박사수료
 1990년: Rockwell International (Texas, USA) Visiting Engineer

1984년~1998년: 한국전자통신연구원 선임연구원
 1998년~현재: 목원대학교 정보통신공학과 Brain Pool 교수(정보통신부 지원)
 2000년 6월~현재: 블루웨이브텔(주) 대표이사
 2001년 8월~현재: IT 국제 표준화 전문가 선정(정보통신부)
 [주 관심분야] 위성통신 지구국, 위성방송 수신용 평판 안테나, 다중 대역 평판 안테나, 마이크로파 수동 소자 설계 및 개발

박 동 철



1974년 2월: 서울대학교 공과대학 전자공학과(공학사)
 1976년 2월: 한국과학기술원 전기 전자공학과(공학석사)
 1984년 12월: University of California, Santa Barbara(공학박사)
 1976년~현재: 충남대학교 공과대학 전자공학과 교수

1977년~1978년: Ruhr University, Bochum, Germany, 방문 교수
 1994년~1998년: IEEE MTT Korea Chapter Chairperson
 1998년~현재: IEEE EMC Korea Chapter Chairperson
 2000년~현재: 한국전자과학회 회장
 [주 관심분야] Microwave and millimeter-wave, passive devices, EMC/EMI topics and antenna