

마이크로스트립 라인-프로브 급전

패치 배열 안테나의 설계

박종렬⁰, 이윤경, 윤현보

동국대학교 전자공학과* . parkcr@hanmail.net

The Design of microstrip line-probe feeding patch array antenna

Chong-Ryol Park · Yun-Kyung Lee · Hyun-Bo Yoon

Dept. Of Electronic Engineering . Dongguk Univ.

요약

본 논문에서는 중심주파수가 5.8GHz에서 동작하는 마이크로스트립 라인-프로브 급전구조를 갖는 마이크로스트립 패치 배열 안테나를 설계 및 제작하였다.

마이크로스트립 라인-프로브 급전구조는 안테나의 광대역 특성과 배열 구조를 가능하게 하여 이득을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 대역폭은 17.6%(VSWR<2)이며, 안테나 이득은 8dBi 를 얻었다.

Abstract

In this paper, microstrip line-probe feeding patch array antenna with center frequency 5.8GHz is designed and manufactured. The microstrip line-probe feeding structure has broadband characteristic and be able to modify the array structure for improving antenna gain. In this result, microstrip line-probe feeding patch array antenna has 17.6% bandwidth and 8dBi antenna gain, respectively.

Key Word : patch antenna, broadband antenna, suspended plate antenna

I. 서론

무선통신 발달과 함께 단말기를 이용한 이동 통신, 나아가 위성통신과 화상통신까지 현대 사

회가 갖는 통신 시장은 다변화되어 가고 또한 급속하게 성장하고 있다. 이와 함께 통신에 꼭 필요한 안테나의 경우 그 요구사항이 점점 증가하고 있으며, 그중에서 중요한 요소가 안테나의 대역폭과 안테나 이득에 맞추어지고 있다.

이와 함께 제작의 용이성과, 크기의 축소를 병행해 요구되고 있다. 이제껏 개발된 많은 안테나들은 제작이 용이한 마이크로스트립을 이용하고 있으며, 대역폭을 넓히기 위한 방법으로 패치에 슬롯을 내거나, 공기층을 삽입하여 접지면과 패치를 이격시키는 방법, 기생소자를 이용하거나 부하를 유전체에 삽입하는 방법등을 사용하여 왔다.^{[1]~[5]} 최근에는 공기층과 프로브 급전, CPW 스트립 구조를 이용한 광대역 안테나가 보고된바 있다.^[1] 그러나 이 안테나의 경우 배열 구조 구현이 난해하여 안테나 이득 향상을 실현할 방법이 필요하였다. 그에 대한 구조로 제안된 구조가 마이크로스트립 라인-프로브 급전 패치 안테나이며, 본 논문에서 제안한 배열 안테나는 마이크로스트립 라인-프로브 급전 구조를 활용하였다.^[8]

마이크로스트립 라인-프로브 급전은 상부유전체에 패치 안테나를 구성하고, 하부 유전체에 급전선을 구성시키는 구조로서 사이에 공기층을 집어넣고, 패치에는 CPW 스트립 구조를 유지시켜 광대역 특성을 유도하고 있다. 본 구조를 배열안테나로 구현하기 위해 하부 급전선을 분배기로 설계하고 분배기와 패치 안테나는 프로브를 통해 각각 급전을 할 수 있었다. 패치 배열 안테나는 4개의 패치까지 설계하였으며, 제작하였다.

II. 마이크로스트립 라인-프로브 급전 배열 안테나 설계

본 논문에서는 새롭게 제안한 마이크로스트립 라인-프로브 급전 패치 안테나를 배열 구조로 구현하였으며, 광대역 특성의 확인을 위해 일반 배열 안테나를 함께 제작 측정하여 비교하였다.

2.1. 마이크로 스트립 라인-프로브 급전 패치 안테나 설계

마이크로스트립 라인-프로브 급전 패치 안테나는 하부 유전체에 급전선과 접지면을 상부 유전체에 패치를 갖으며 이를 공기층을 통해 이격시키고, 프로브로 급전한 하이브리드 구조이다. 설계는 기본 설계식인 (2.1.a~2.1.b)을 사용하였으며, 상용화 프로그램인 Ensemble 을 이용하여 설계하였다.

공기층을 갖는 구조에 대한 추가적인 설계식은 식 (2.1.c~2.1.f) 와 같다.

이를 이용하여 설계된 마이크로스트립 라인-프로브 급전 패치 안테나의 $W \times L \times h$ 는 $14.6 \times 10.4 \times 4mm$ 이다.

$$W = \frac{c}{2f_r} \left[\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.1.a)$$

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{re}}} - 2\Delta L \quad (2.1.b)$$

$$\sqrt{\epsilon_{re}} = \left[1 + \frac{h}{H-h} \left(a - b \ln \frac{W}{H-h} \left(\frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} - 1 \right) \right) \right]^2 \quad (2.1.c)$$

$$a = \left(0.8621 - 0.125 \ln \frac{h}{H-h} \right)^4 \quad (2.1.d)$$

$$b = \left(0.4986 - 0.1397 \ln \frac{h}{H-h} \right)^4 \quad (2.1.e)$$

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{re} + 0.300)(W/h + 0.264)}{(\epsilon_{re} - 0.258)(W/h + 0.813)} \quad (2.1.f)$$

H: 공기층과 radiation patch를 합한 높이

h : patch가 만들어진 유전체 높이

그림1은 본 논문에서 제안한 배열 안테나의 기본이 되는 한 개의 패치를 이용한 구조를 보이고 있다.

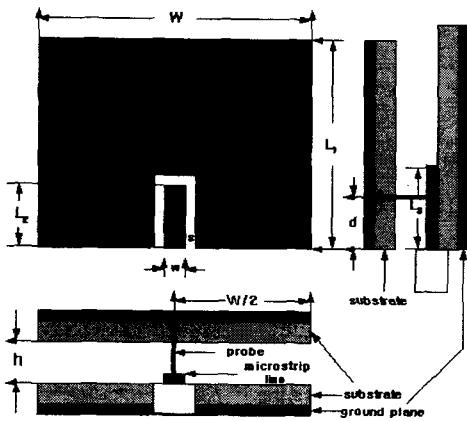


그림1. 한 개의 패치를 갖는 안테나

Fig. 1. The microstrip patch antenna with one element

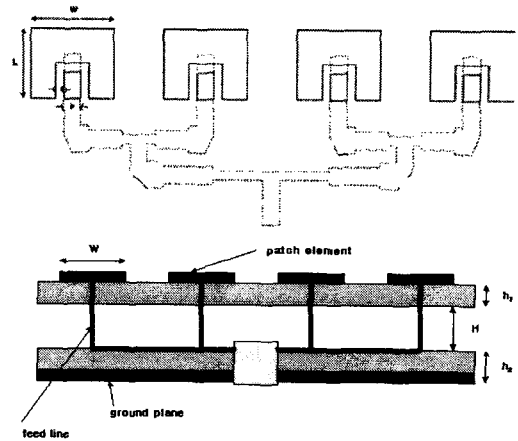


그림2. 제작된 마이크로스트립 라인-프로브 급전 광대역 4배열 패치 안테나 구조

Fig. 2. The structure of manufactured microstrip line-probe feed 4array broadband patch antenna

2.2. 마이크로스트립 라인-프로브 급전 패치 배열 안테나의 설계

본 논문에서 제안한 마이크로스트립 라인-프로브 급전 패치 배열 안테나는 한개의 패치를 갖는 마이크로스트립 라인-프로브 급전 패치 안테나의 급전선을 분배기로 설계하고 상부 유전체에 4개의 패치를 배열하였다. 각 패치의 급전 위치와 패치간 이격거리는 상용화 프로그램인 Ensemble을 이용하여 설계하였다.

구조를 그림 2에 보여주고 있으며 한 개의 패치 크기는 $W14.6\text{mm}$, $L10.4\text{mm}$, 슬롯사이의 급전선의 폭 w 는 1.9253mm 이며, airgap 의 높이 H 는 4mm 이다. 프로브 급전의 위치와 급전선의 길이는 시뮬레이션을 이용하여 최적화하였으며 L_3 이 10mm 일때, 급전점의 위치 d 는 3.5mm 인 경우 안테나 특성이 좋았다.

마이크로스트립 안테나에 급전을 위한 급전 분배기의 설계는 병렬 배열 구조를 사용하였다. 급전 분배기의 크기는 폭 73mm × 길이 30mm 이며, 마이크로스트립 패치 배열 안테나의 각 패치안테나의 급전점 간의 간격은 24mm 이다. 각각의 마이크로 스트립 패치 안테나를 제작한 평면의 유전체는 유전율 ϵ_r , 2.5 에 두께 h_1 1.6mm 이며, 급전선이 위치한 유전체는 유전율 ϵ_r , 3.2 두께 h_2 0.8mm 이다.

2.3. 측정 결과 및 검토

측정 비교를 위해 일반적인 평면 배열 안테나는 유전율 ϵ_r , 2.5 에 두께 h_1 1.6mm 인 유전체에 제작하여, 마이크로스트립 라인-프로브 급전 패치 배열 안테나와 함께 측정하였다. 중심주파수 5.8GHz 에서 일반 평면 4배열 안테나 대역폭은 5.24% 이고 이득은 10dBi 이다. 제안된 4개 방사체 갖는 마이크로스트립 라인-프로브 급전 패치 배열 안테나의 대역폭은 17.6% 이고, 안테나

이득은 8dBi이다.

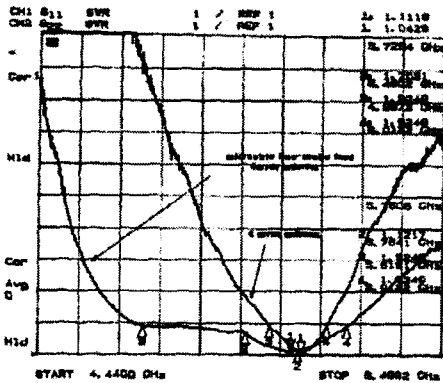


그림3. 측정된 반사손실

Fig. 3. Measured Return Loss

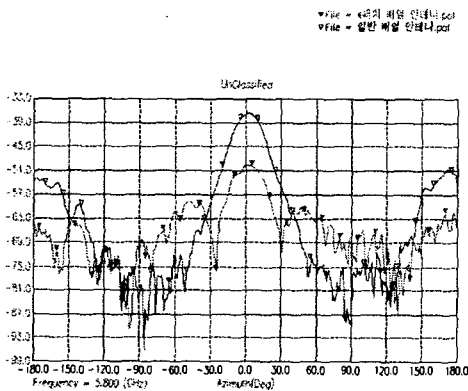


그림4. 측정된 방사패턴

Fig. 4. Measured radiation pattern

마이크로스트립 라인-프로브 구조의 배열 안테나가 일반 배열 안테나에 비해 이득이 작은 이유는 급전 분배기에 의한 손실과, 프로브 인덕터에 의한 공진주파수의 하향편이에 의한 실제적인 안테나 크기 축소로 인한 것으로 판단할 수 있다. [6], [7]

III. 결론

한개의 방사체를 갖는 마이크로스트립 라인-

프로브 급전 패치 안테나를 기본으로 하여 안테나의 이득을 향상시키기 위해 배열 안테나를 제안하였다. 이득 향상과 함께 광대역 안테나 특성을 유지함을 확인하기 위해 일반 배열 안테나를 함께 제작하여 측정하였다.

측정 결과 중심주파수 5.8GHz 에서 일반 배열 안테나는 대역폭이 5.24%(302MHz) 이며 마이크로스트립 라인-프로브 급전 배열 안테나는 17.6%(1020MHz) 의 넓은 대역폭을 갖음을 확인하였다.

안테나 이득은 8dBi 로 일반 배열 안테나의 10dBi 에 비해 작아졌으며, 이는 방사체의 크기가 작아진 것이 주요 원인으로 보여진다. 일반 배열 안테나에 비해 작은 이득을 갖지만 크기의 축소와 광대역 특성의 유지를 통해 폭넓은 통신 모듈에 응용이 가능할 것으로 보인다.

참고 문헌

- [1] Chen,Z.N; Chia,M.Y.W."Broadband suspended plate antenna with probe-fed strip",*Microwaves, Antennas and Propagation, IEE Proceedings*, vol.148, pp37-40, Feb.2001.
- [2] Sanchez-Hernandez, D,I.D.Robertson, "A survey of broadband microstrip patch antennas", *Microwave J*, pp.60-64, Sept.1996.
- [3] Dahele, J.S., and K.F.Lee, "Theory and experiment on microstrip antennas with airgaps", *IEE Proc*, Vol.132, Pt.H, pp.455-460, 1985.
- [4] Zurcher, J-Fand F.E.Gardiol, *Broadband Patch Antennas*, Artech House, Norwood, MA, pp.45-61, 1995
- [5] Hai Fong Lee, Wei Chen, *Advances in*

Microstrip and Printed Antennas

Wiley-Interscience.pp.71-109,1997

윤 현 보

1979~2002년 : 현재 동국대학교 전자공학과

교수

- [6] Schaubert, D.H.,etal ,”Microstrip antennas with frequency agility and polarization diversity”, *IEEE Trans. On Antennas and Propagation*, Vol.AP-29, , pp118-121,1981
- [7] Mohamed Sanad, “Effect of the shorting posts on short circuit microstrip Antennas”,*Antennas and Propagation Society International Symposium,AP-S.Digest*,Vol.2, pp794-797, 1994
- [8] 박종렬, 이윤경, 윤현보, “마이크로스트립 라인-프로브 급전구조를 갖는 광대역 패치 안테나의 설계”, *韓國電磁波學會論文誌*, 第13卷 第8號, pp687-692,2002

박 종 렬

2001년2월: 동국대학교 전자공학과(공학사)

2001~2002년: 동국대학교 전자공학과 석사
과정

[주 관심분야]안테나 설계 및 해석, 마이크
로파 회로

이 윤 경

1993년 2월: 서울산업대학교 매체공학과 졸업
(공학사)

1995년 8월: 동국대학교 전자공학과 졸업
(공학석사)

2001년 2월 : 동국대학교 전자공학과 박사과정
수료

[주 관심분야] 안테나 설계 및 해석, 이동통신