
CPW급전을 이용한 다중 공진 안테나 연구

이 정 남*

A Study on Multi-Frequency Antenna with CPW Feeder

Lee Jung Nam

Department Electronic Communication Engineering Yosu National University

Email : jnlee@info.yosu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 CPW급전을 이용한 직사각형 슬롯안테나를 설계 방법에 대해 기술하였다. CPW 급전을 이용한 슬롯안테나는 간단한 구조를 가지고, 능동소자에 집적이 용이하다. 논문에 제시한 안테나는 다중 공진을 이용하여 광대역을 실현하고자 안테나의 구성을 내부패치안테나와 외부패치안테나 두 부분으로 하였다. 또한 안테나의 파라미터 변화와 내부패치 안테나의 위치 및 크기를 변화함으로써 다중공진안테나의 특성을 확인하였다. 제시된 안테나의 각각의 공진주파수 실험 결과치는 1,9GHz, 2,8GHz, 3,5GHz, 4,9GHz로 측정되었다. 각각의 공진주파수의 방사패턴에서 네 번째 공진주파수의 방사패턴이 TM11모드로 나타나므로 실제 제시한 직사각형 슬롯안테나는 3중공진주파수로 나타나는 것을 확인하였다.

Abstract

In this paper, We proposed a rectangular slot antenna with CPW feeder. Slot antennas fed by CPW are attractive due to the simple fabrication simplicity and ease of integration with active devices. This antenna consists of two parts, inner patch and outer patch to realize wide-band antenna by multi-frequency. Also, We fabricated a proposed rectangular slot antenna, confirm characteristics of multi-frequency by tuning antenna parameters, inner antenna's location and size.

The experimental results show that each resonant frequency of a fabricated antenna is measured at almost 1,9GHz, 2,8GHz, 3,5GHz, 4,9GHz. In radiation patterns each resonant frequency, radiation pattern 4-th resonant frequency is the same as that of TM11 in patch antenna. Therefore, the experimental and theoretical results shows that a proposal rectangular slot antenna have triple resonant frequencies.

1. 서 론

하나의 단말로 다수의 서비스를 제공하는 멀티 모드(Multi-Mode) 단말 에서는 장치의 소형, 경량, 박형의 구조적인 제한과 기능 및 성능을 좌우하는

결정적인 열쇠를 안테나가 제공한다. [1]

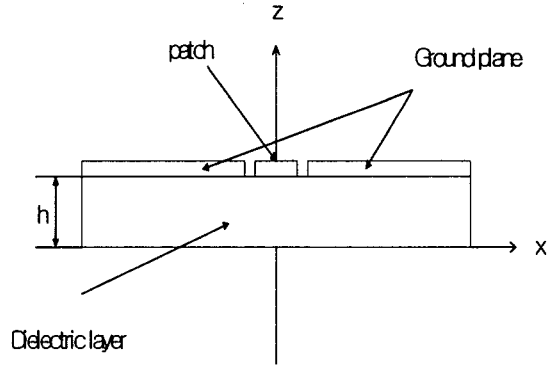
평면기술은 패치구조의 공진특성 때문에 본질적으로 대역폭이 좁다는 단점을 가지고 있으나, WLAN, GPS와 같은 현대 통신시스템에서 소형화와 저비용이 필요하기 때문에 필요한 기술이다. 패치

안테나의 대역폭 한계를 극복하기 위해서 두 개 이상의 분리된 서브밴드 동작을 필요로 하는 이중 공진 안테나 또는 다중 공진 안테나가 필요하다.[2][3] 하지만, 이들 안테나는 주파수 사이의 간격이 매우 크기 때문에 각 주파수 마다 다른 마이크로웨이브 소자가 요구되어지며, 또한 각 주파에서 방사특징과 임피던스 정합의 두 가지 요소가 만족되어야 하는 등 급전 설계에 어려움을 가지고 있다.

이중공진 안테나는 사각형 패치 내부에 슬롯과 사각형 패치의 모형을 변형시키는 가장 기본적인 슬롯 패치 안테나 구조로 하고 있다. 또한 대부분의 슬롯 패치 안테나는 프로브 급전과 어퍼쳐 급전을 사용하고 있다. 본 논문에서는 다중공진에 의한 광대역 안테나를 구현하기 위하여 CPW 급전 구조를 가지는 직사각형 슬롯 안테나의 패치 내부에 또 하나의 슬롯 안테나를 만들어 제작하는 방법을 제안하였다. 또한 제안한 안테나를 실제로 제작하여 이 안테나의 크기와 위치에 따른 다양한 실험을 통하여 다중 공진특성을 확인하였다.

II. 안테나 측정 및 분석

본 논문에서 제안하는 이중주파수 직사각형 슬롯 안테나의 의 구조를 그림 1에서 나타내었다. 유전율을 4.7, 두께 1.6 mm인 FR-4 기판을 사용하였다.



(b) 측면도

(b) Side view

그림 1. 직사각형 슬롯 안테나의 구조

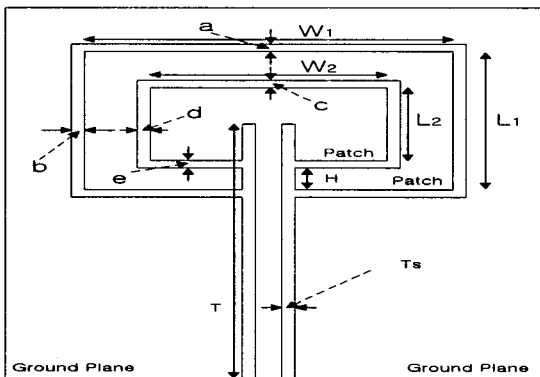
본 논문에서는 안테나의 기본 파라미터를 알기 위해서 안테나 설계 프로그램인 Zeland사의 IE3D를 이용하였고, 설계 프로그램 시뮬레이션에 나온 안테나의 특성을 바탕으로 각 파라미터 별로 안테나를 제작하여 HP 8510C network analyzer를 통하여 측정하였다. 우선 기본 파라미터를 기준으로 하였다. 안테나의 각각의 파라미터 특성을 알아보기 위하여 각 파라미터의 치수를 변화시켜 보았다.

1. 슬롯 a 변화에 따른 안테나 제작

표 1 및 그림 2은 그림 1에서 a의 치수만 0.5mm 씩 바깥쪽으로 증가시켜 안테나를 제작한 때의 다중주파수의 측정값과 주파수에 대한 특성 변화를 나타낸 것이다.

표 1. 슬롯 a 변화에 따른 주파수 측정값<unit: GHz>

a [mm]	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f1/f2	f2/f3	f3/f4
0.5	1.92	2.88	3.56	4.96	1.49	1.23	1.39
1	1.94	2.87	3.56	4.93	1.47	1.23	1.38
1.5	1.95	2.86	3.56	4.90	1.47	1.24	1.37
2	1.96	2.83	3.53	4.86	1.44	1.24	1.37
2.5	1.96	2.83	3.50	4.82	1.43	1.23	1.37
3	1.96	2.83	3.50	4.82	1.43	1.23	1.37
4	2.00	2.77	3.48	4.76	1.38	1.25	1.36



(a) 평면도

(a) Top view

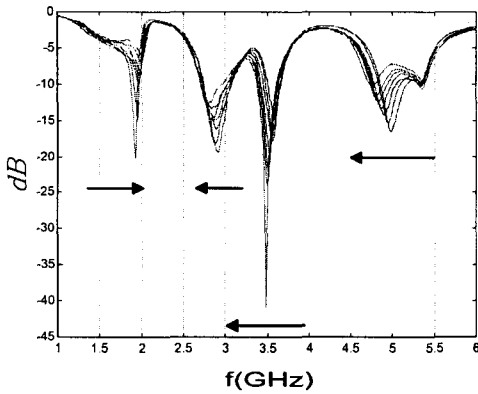


그림 2. 슬롯 a 변화에 따른 주파수의 특성변화

그림 1에서 a 를 바깥쪽으로 $0.5mm$ 씩 증가시키
을 때, 주파수는 거의 변함이 없었지만 첫 번째 공
진주파수 ($1.9\sim 2.0GHz$)의 반사손실 값은 조금씩
올라가고 높은 주파수로 약간 올라가는 것을 알 수
있다. a 의 값이 $1mm$ 이상일 경우, 반사손실의 값
은 15 dB 이상으로 떨어지지 않는 것을 알 수 있다.
두 번째 공진주파수 ($2.7\sim 2.8GHz$)는 크게 영향
을 받지 않았지만, 주파수는 높은 주파수에서 낮은
주파수로 미미하게 움직이는 것을 알 수 있다. 세
번째 공진주파수 ($3.4\sim 3.5GHz$)는 a 의 값을 증가
시켰을 때 급격하게 반사손실의 값이 떨어졌고 두
번째 주파수와 마찬가지로 높은 주파수에서 낮은
주파수로 움직이는 것을 알 수 있다. a 슬롯의 변화
에 가장 큰 영향을 받는 주파수임을 알 수 있다.

네 번째 공진주파수 ($4.7\sim 4.9GHz$)는 a 의 변화
에 반사손실의 값이 조금씩 올라가나 주파수가 높
은 곳에서 낮은 곳으로 움직이는 것을 직접 확인
할 수 있었다. a 파라미터는 첫 번째 주파수를 제외
한 모든 주파수를 높은 곳에서 낮은 주파수로 움직
이게 하는 것을 알 수 있었고, 세 번째 주파수에 아
주 민감하게 영향을 주는 것을 확인 할 수 있었다.

2. 슬롯 b 변화에 따른 안테나 제작

표 2 및 그림 4는 그림 1에서 슬롯 b 의 치수만
 0.5 mm 씩 바깥쪽으로 증가시켜 안테나를 제작한
때의 다중주파수의 측정값과 주파수에 대한 특성
변화를 나타낸 것이다.

표 2. 슬롯 b 변화에 따른 주파수 측정값<unit: GHz>

b [mm]	f_1	f_2	f_3	f_4	$f1/f2$	$f2/f3$	$f3/f4$
0.5	1.88	2.83	3.49	4.96	1.49	1.23	1.42
1	1.80	2.84	3.49	4.98	1.57	1.23	1.43
1.5	1.75	2.84	3.49	5.02	1.61	1.23	1.44
2	1.70	2.84	3.49	5.03	1.66	1.23	1.44
2.5	1.60	2.84	3.49	5.06	1.77	1.23	1.45
3	1.48	2.84	3.49	5.06	1.91	1.23	1.45

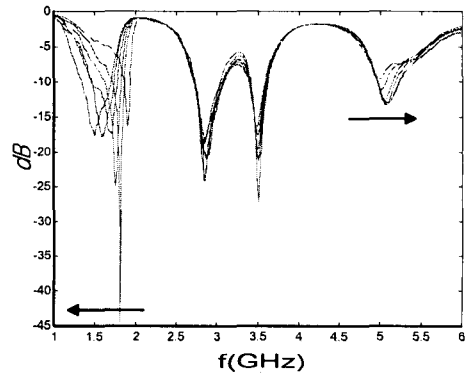


그림 3. 슬롯 b 변화에 따른 주파수의 특성변화

b 를 바깥쪽으로 $0.5mm$ 씩 증가하였을 때 첫 번
째 주파수 ($1.4\sim 1.8GHz$)는 $1mm$ 일 때 반사손
실의 값이 가장 떨어지지만 b 의 값이 점점 증가할
수록 첫 번째 주파수의 대역폭은 점점 증가하고 낮
은 주파수로 이동함을 알 수 있었다. 두 번째 주파
수 ($2.8GHz$)와 세 번째 주파수 ($3.4GHz$)는 거의
변화가 없었다. 네 번째 주파수 ($4.9\sim 5.0GHz$)는
반사손실이 10 dB 이상 떨어지지 않았지만 b 의 값
을 증가시킬수록 높은 주파수로 이동하면서 반사
손실이 떨어짐을 확인 할 수 있었다.

3. 슬롯 d 변화에 따른 안테나 제작

표 3 및 그림 4는 그림 1에서 슬롯 d 의 치수만
 0.5 mm 씩 바깥쪽으로 증가시켜 안테나를 제작한
때의 다중주파수의 측정값과 주파수에 대한 특성
변화를 나타낸 것이다.

표 3. 슬롯 d 변화에 따른 주파수 측정값<unit: GHz>

d [mm]	f_1	f_2	f_3	f_4	$f1/f2$	$f2/f3$	$f3/f4$
0.5	1.96	3.01	3.67	5.00	1.53	1.22	1.36
1	1.92	2.82	3.63	5.00	1.47	1.29	1.38
1.5	1.83	2.71	3.63	5.00	1.48	1.34	1.38
2	1.81	2.69	3.62	5.00	1.49	1.34	1.38
2.5	1.75	2.64	3.62	5.00	1.51	1.37	1.38
3	1.75	2.62	3.62	5.00	1.50	1.38	1.38
4	1.75	2.58	3.62	5.00	1.47	1.40	1.38

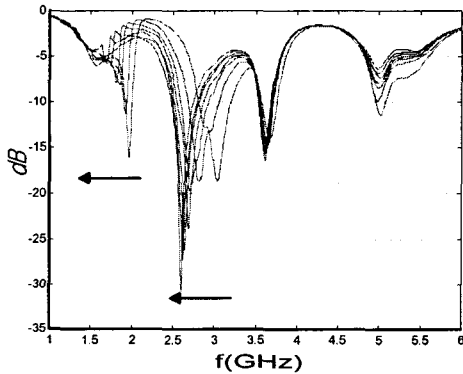


그림 4. 슬롯 d 변화에 따른 주파수의 특성변화

슬롯 d 의 변화에 따른 변화로 첫 번째 주파수 (1.7~1.9GHz)는 반사손실 값이 위로 올라가면서 주파수가 낮은 주파수로 이동하는 것을 알 수 있다. 두 번째 주파수 (2.5~3.0GHz)도 마찬가지로 높은 주파수에서 낮은 주파수로 이동하는 것을 알 수 있다. d 의 변화로 인하여 두 번째 주파수의 반사손실의 값은 매우 잘 떨어지나, 다른 모든 주파수의 반사손실은 반대로 올라가는 것을 알 수 있다. 세 번째 주파수 (3.6GHz)는 거의 변화가 없고, 네 번째 주파수 (5.0GHz)는 대역폭이 줄어든다는 것을 알 수 있다.

4. 슬롯 e 변화에 따른 안테나 제작

표 4 및 그림 5는 그림 1에서 슬롯 e 의 치수만을 0.5 mm씩 바깥쪽으로 증가시켜 안테나를 제작한 때의 다중주파수의 측정값과 주파수에 대한 특성 변화를 나타낸 것이다.

표 4. 슬롯 e 변화에 따른 주파수 측정값<unit: GHz>

e [mm]	f_1	f_2	f_3	f_4	$f1/f2$	$f2/f3$	$f3/f4$
0.5	1.90	2.84	3.54	4.96	1.50	1.25	1.40
1	1.90	2.95	3.54	4.96	1.55	1.20	1.40
1.5	1.90	3.02	3.54	4.93	1.59	1.17	1.39
2	1.89	3.04	3.52	4.91	1.61	1.16	1.39
2.5	1.89	3.10	3.52	4.91	1.64	1.14	1.39
3	1.89	3.14	3.52	4.91	1.66	1.12	1.39
3.5	1.89	3.19	3.51	4.91	1.69	1.10	1.40

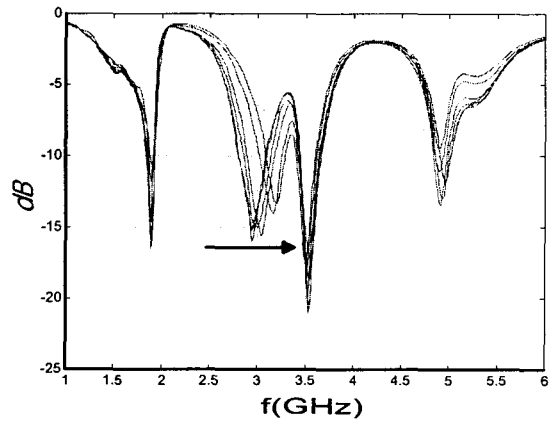


그림 5. 슬롯 e 변화에 따른 주파수의 특성변화

슬롯 e 폭의 변화로 인하여 첫 번째 주파수 슬롯 e 폭의 (1.85~1.9GHz)는 큰 영향이 없다. 하지만 두 번째 주파수 (2.8~3.1GHz)는 크나큰 변화가 있다. 우선 반사손실의 값은 현저하게 떨어졌지만, 낮은 주파수에서 높은 주파수 이동이 급격하게 변화하는 것을 알 수 있었다. 약 0.4 GHz 변화가 있다. 세 번째 주파수 (3.5GHz)와 네 번째 주파수 (4.9GHz)는 큰 변화가 없었다.

5. 내부 슬롯 안테나 위치에 따른 슬롯 안테나 제작

그림 6, 그림 7 및 그림 8은 그림 1에서 내부안테나의 변화에 따른 공진주파수에 대한 특성변화를 살펴보기 위하여 내부안테나를 기준 안테나에서 내부안테나만 위치를 이동시켜 만들어 보았다.

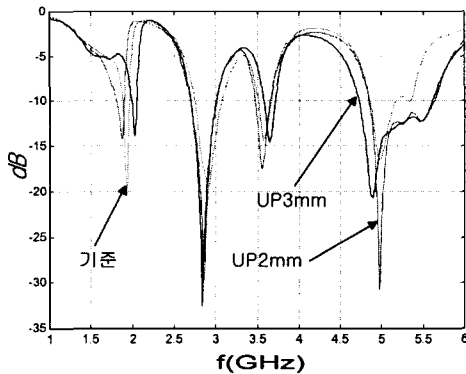


그림6. 위쪽으로 내부패치 이동변화에 따른 주파수 특성변화

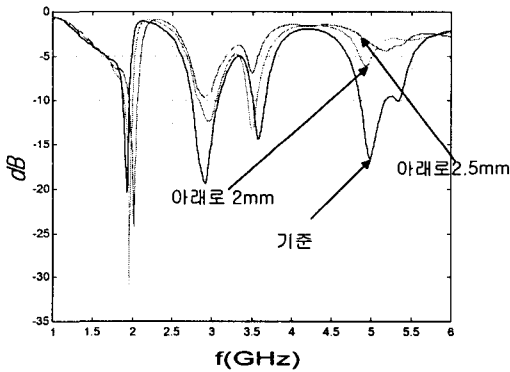


그림 7. 아래쪽으로 내부패치 이동변화에 따른 주파수 특성변화

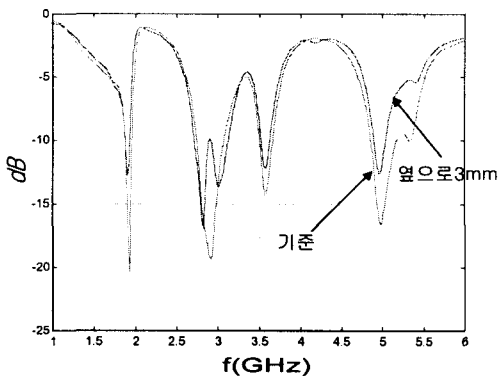


그림8. 옆으로 내부패치 이동변화에 따른 주파수 특성변화

그림 6은 기준안테나에서 내부슬롯 안테나를 위쪽으로 이동한 결과, 전체 주파수 변화는 일어나지 않았지만 반사손실의 값이 훨씬 아래로 떨어졌다. 첫 번째 주파수는 반사손실이 위로 올라갔으나, 네 번째 주파수의 대역폭이 많이 넓어진 것을 알 수 있었다. 하지만 그림 7과 같이 내부 슬롯 안테나를 아래쪽으로 이동한 결과로는 전체 주파수의 반사손실의 값이 올라가는 것을 알 수 있다. 그리고 각 주파수의 대역폭이 작아지는 것을 알 수 있다. 마찬가지로 그림 8과 같이 내부슬롯 안테나를 옆으로 이동시킨 결과, 전체 주파수의 반사손실이 올라갔고, 대역폭이 작아지는 것을 알 수 있었다.

6. 내부 슬롯 안테나 크기에 따른 슬롯 안테나 제작

내부슬롯 안테나 크기에 따른 주파수의 특성변화를 살펴보기 위하여 내부안테나의 크기를 조정하여 실제 안테나를 제작하였다.

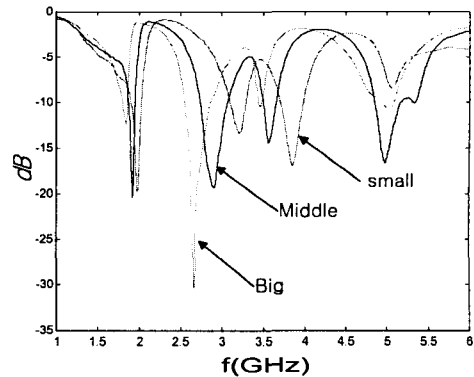


그림 9. 내부패치 크기에 따른 주파수 특성변화

그림 9와 같이 내부안테나의 크기를 변화시켜 보면, 내부안테나의 크기가 작을수록 주파수가 높은 주파수로 이동하는 것을 확인할 수 있다. 안테나의 크기에 따라 주파수가 달라지는데, 안테나의 크기가 작을수록 주파수는 올라간다. 본 논문에서도 안테나의 크기에 따라 주파수가 변화는 것을 알 수 있었다.

III. 결론

본 논문에서는 CPW급전을 이용하여 직사각형 슬

롯 안테나에서 패치의 내부에 또 하나의 내부 슬롯 안테나를 만들어 다중공진 직사각형 슬롯 안테나의 설계에 따른 각 파라미터의 특성을 연구하였다.

우선, 안테나의 각 파라미터의 변화에 의한 안테나의 주파수 특성과 내부 슬롯 안테나의 크기와 위치변화에 의한 안테나의 주파수 특성을 연구하였다. 각 파라미터는 보통 두 개의 주파수에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있고, 나머지 주파수는 미미한 변화를 주는 것을 알 수 있다. 그리고, 내부 슬롯 안테나의 크기를 변화시켜서 패치의 크기가 안테나의 주파수의 영향을 미친다는 기본적인 이론을 다시 한 번 알 수 있다. 또 내부슬롯 안테나의 위치를 변화시켜서 내부슬롯 안테나가 위로 이동하였을 때 주파수 변화는 없었지만, 공진이 훨씬 잘 일어나는 것을 알 수 있었고, 아래와 옆으로 이동하였을 경우 각 주파수의 대역폭이 줄어든다는 것을 확인 할 수 있었다. 그리고 급전점의 위치 변화로 인한 실험 결과로 이중공진 안테나 또는 다중공진 안테나의 급전을 하나에 하는 문제점을 파악할 수 있었다. 향후 연구과제는 직사각형 슬롯 안테나의 이론적 배경을 토대로 다른 모양의 이중 또는 다중공진 안테나를 설계, 제작하는 것과 슬롯의 변화나 첨가로 인하여 광대역 특성을 가지는 안테나를 설계, 제작하는 것이다.

참고 문헌

[1] 하재권, 다중 대역 평판 안테나 기술 동향 분석, 위성-ANTS-980126-2959 ,TMEM455, ETRI 기술문서, 1998

[2] S. Maci, G. Biffi Gentili and G. Avitabile "Single-Layer Dual Frequency Patch Antenna" Electronics Letters 5th August 1993 Vol.29, No. 16.

[3] S. Maci, G. Biffi, Gentili, P. Piazzesi, C. Slavador "Dual-band Slot-loaded patch antenna" IEE Proc-Microw. Antennas Propag., Vol 142, No.3, June 1995

[4] S. Maci and G. Biffi Gentili "Dual-Frequency Patch Antennas" IEEE Antennas and propagation Magazine, Vol. 39, No. 6, December 1997.

[5] Kin-Lu Wong and Wen-Shan Chen "Slot-loaded bow-tie Microstrip antenna for dual-frequency operation" Electronics Letters 3rd September 1998 vol.34 no.18.

[6] Laurent Giauffret, Jean-Marc Laheurte, and A. Papiernik " Study of Various Shapes of the Coupling Slot in CPW-Fed Microstrip Antennas" IEEE Transactions On Antennas And Propagation, Vol 45, No. 4, April 1997.

[7] Santiago Sierra-Garcia and Jean-Jacques Laurin. Senior Member, IEEE "Study of a CPW Inductively Coupled Slot Antenna" IEEE Transactions On Antennas And Propagation, Vol 47, No.1, January 1999.

[8] Zeland Software, Inc IE3D User's Manual Release 5.0

[9] G. HASNAIN, A. DIENES, and J.R. WHINNEY "Dispersion of Picosecond Pulses in Coplanar Transmission Lines" IEEE Transactions On Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-34, No. 6, June 1986

[10] JOHN W, GREISER Transco Products Inc. Venice, CA "Coplanar Stripline Antenna: October-1976 Microwave Journal

저자소개

이정남(Lee Jung Nam)

1970년 한국항공대학교 졸업
 1993년 경상대학교 졸업(석사)
 2001년 경상대학교 졸업(박사)
 현재 여수대학교 전자통신공학과
 ※ 관심분야 : Microwave