
듀얼 반사판을 이용한 광대역 보우타이 슬롯 안테나

이재성* · 이상우*

Wide Band Bow-Tie Slot Antenna with Dual Reflector.

Jae-Sung Lee* · Sang-Woo Lee*

요 약

이 논문은 듀얼 반사판을 이용한 광대역 보우타이 슬롯 안테나를 제작 실험 했다. 슬롯 안테나는 넓은 도체판에 약 1/2 길이의 가늘고 긴 슬롯을 뚫게 되면 반파장 다이폴과 마찬가지로 효율이 좋고 강한 전파가 복사된다[1] 이 논문에서는 보통 사각 슬롯 보다 대역폭이 넓은 보우타이 형태의 슬롯으로 제작하였다. 먼저 단일 반사판 슬롯 안테나를 제작 실험 측정 하였으며 제작된 단일 반사판 슬롯 안테나에 또 하나의 반사판을 슬롯 안테나와 반사판 사이에 삽입함으로서 대역폭을 확장 하였다. 제작 실험 결과 VSWR<2.0 이하인 Low Band 대역폭은 약 22%(793MHz~992MHz) 대역폭을 가졌으며 High Band 대역폭은 약 61% (1626MHz ~3064MHz)의 대역폭을 가짐을 실험을 통해 알 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we have fabricated and tested a broad band bow-tie slot antenna with dual reflector. If we put 1/2 length thin and long slot on a wide metal plate, the slot antenna radiates efficient and strong radio wave as same as 1/2 dipole antenna does. we made with bow-tie form slot which has wider broad band than normal rectangular slot. At first, we made and test a single reflector slot antenna. To enlarge the broad band, we inserted another reflection plate between the slot antenna and reflection plate. After the test, we could have known that the low band(VSWR<2.0) has about 22%(793MHz~992MHz), high band(VSWR<2.0) has about 61% (1626MHz~3064MHz)

키워드

bow-tie, slot, wide band, dual reflector

I. 서 론

최근 무선 통신 시대가 급속히 발전하면서 거의 모든 주파수 대역을 사용하고 있다고 해도 과언이 아닐 정도로 많은 제품과 통신 장비들을 사용 중이다. 이를 테면 CELLULAR, GSM, PCS, DCS, IMT-2000, WLAN, 위성 DMB 등이 있다. 이 모든 주파수대역에서 각각 동작하는

안테나를 설치한다면 돈과 시간, 공간까지도 낭비가 될 것이다. 따라서 하나의 안테나로 모든 주파수 대역에서 사용할 수 있도록 광대역 안테나가 요구되고 있다. 또한 모든 대역에서 이득과 빔폭이 일정하게 나오도록 시스템 업체에서 요구하고 있는 실정이다. 광대역화 기술들은 지금 까지 연구 되어 왔으며 앞으로도 연구 되어 질것이다. 대표적인 광대역화 안테나로는 코니컬 안테나, 대수 주기

안테나, Spiral 안테나 등이 있다.[2][3] 이 논문에서는 보통의 평면형 슬롯 패치 안테나에서 대역폭을 확장시킬 수 있는 보우타이 형태의 슬롯 안테나를 제작 하였으며 지금 상용화 되고 있는 800MHz 대역과 2000MHz 대역의 모든 대역에서 일정한 GAIN과 빔폭을 가지고 있음을 실험을 통해서 알 수 있었다.

II. 본 론

본 논문에서는 먼저 단일 반사판 보우타이 슬롯 안테나의 구조 및 실험데이터를 기술하고, 제안하고 있는 듀얼 반사판 안테나의 Ground Size 파라미터에 따른 반사손실 변화를 알아보기로 한다. 그리고 마지막으로 단일 반사판 안테나와 듀얼 반사판 안테나와 비교 분석하고자한다. 실제 제작한 안테나의 반사손실은 HP875 3ES Network Analyzer 로 측정하였다.

2.1. 단일 반사판 안테나 구조 및 실험 결과

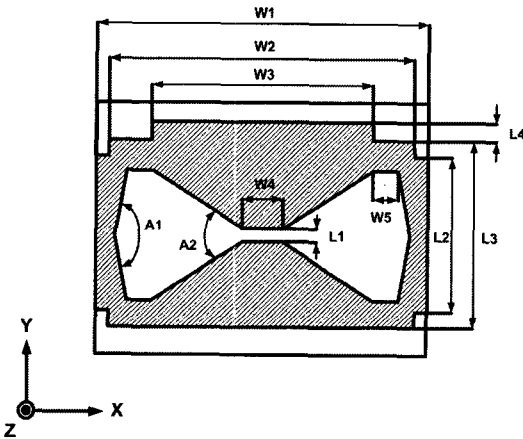


그림 1. Bow-tie 슬롯 패치 구조
Fig. 1. The geometry of bow-tie slot patch

그림 1. 은 보우타이 모양의 슬롯 안테나 의 구조 이다. 기본적인 구조는 사각슬롯 안테나에서 슬롯의 모양을 주파수 대역폭을 넓히기 위해 보우타이 형태로 변형하였으며 급전부는 안테나 패턴에 동판 급전 하였다. 기판은 유전율 4.6, 1.6T EPOXY 기판(FR4)을 사용하여 제작하였다. 보우타이 슬롯의 길이는 낮은 주파수를 기준으로 약

$1/2\lambda_g$ 이다. 그리고 보우타이의 급전부 L1의 간격과 슬롯의 각도 A2를 이용하여 반사손실을 조절 하였다.[4] 실제 제작된 안테나의 설계치수는 아래와 같다. W1=180mm, W2=166mm, W3=120mm, W4=22mm, W5=14mm, L1=6.8mm, L2=86mm, L3=104mm, L4=10mm, A1=68°, A2=160° 이다.

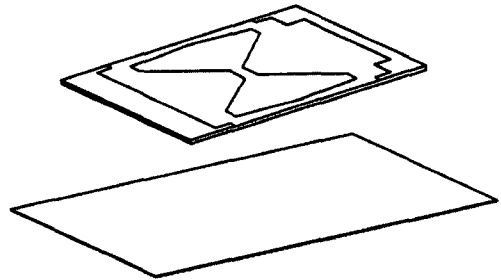


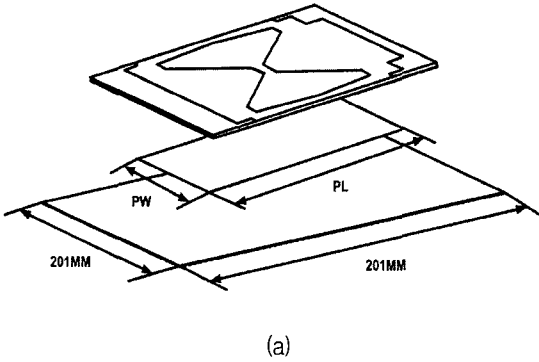
그림 2. 단일 reflector 안테나 구조
Fig. 2. The geometry of single reflector antenna

그림 2.은 단일 반사판 안테나의 구조이다. 높이는 그림 3. (b) 의 45mm (H1+H2)이다. 그림 3. (b) 구조에서 가운데 삽입되는 반사판이 없는 구조이다. 그림 2.에서 확인할 수 있듯이 안테나 높이가 일정하지 않은데 이는 기구적으로 제한이 있었기 때문이다. 이 때문에 방사패치의 패턴과 급전부를 대칭으로 설계하지 못했다. 높이를 일정하게 한다면 급전부, 패치 모양이 대칭으로 될 것으로 생각된다.

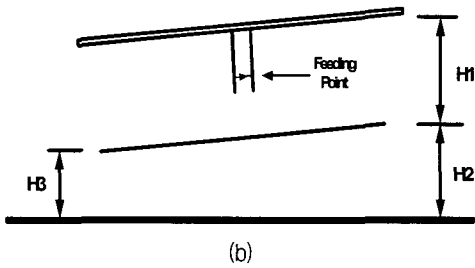
그림 2. 의 안테나의 시뮬레이션과 실제 제작한 안테나의 반사손실을 그림 4.에 나타내었다. 시뮬레이션 결과와 잘 일치하고 있으며 VSWR<2.0 이하의 대역폭은 Low Band 는 대역폭이 9.4%이고 High Band 대역폭은 36.4%임을 확인할 수 있었다.

2.2. 듀얼 반사판 안테나의 구조 및 실험 결과

그림 3.(a),(b)는 듀얼 반사판 안테나의 구조와 측면에서 본 안테나의 높이를 나타내고 있다. 슬롯 패치와 첫번째 반사판 사이에 작은 반사판을 추가한 모습이다. 이 추가된 반사판의 폭과 길이, 높이에 따른 안테나의 반사손실을 그림 5.의 (a),(b),(c)에 나타내었다.

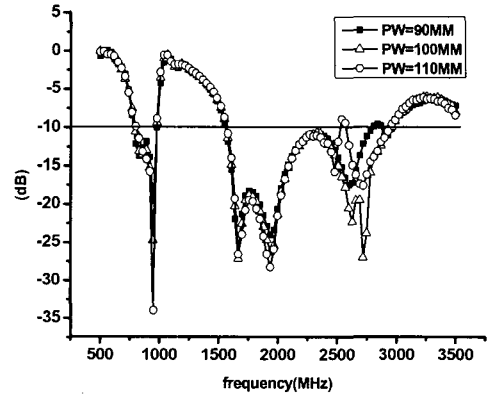


(a)

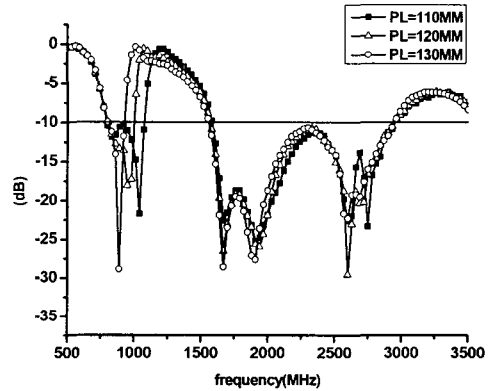


(b)

그림 3. 듀얼 반사판 안테나 구조
(a) 3 차원 (b) 측면
Fig. 3. geometry of dual reflector antenna
(a) 3D View (b) Side view



(a) 반사판의 폭 변화에 따른 반사손실 변화
(a) Return loss upon reflector width



(b) 반사판의 길이 변화에 따른 반사손실 변화
(a) Return loss upon reflector length

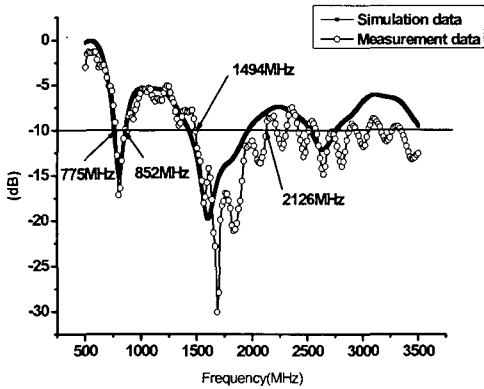
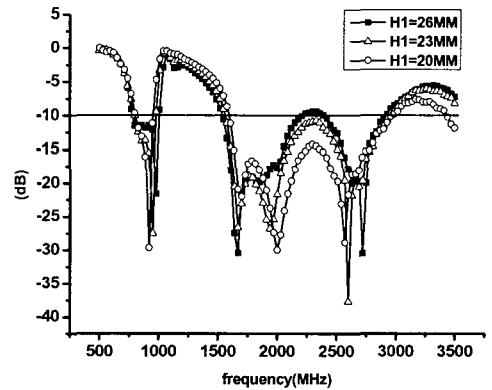


그림 4. 단일 반사판 안테나의 반사손실 시뮬레이션, 측정 결과
Fig. 4. Return loss simulated and measured of single reflector antenna



(c) 반사판의 높이 변화에 따른 반사손실 변화
(c) Return loss upon reflector height

그림 5. 추가된 반사판 파라미터에 따른 반사손실
Fig. 5. Return loss upon Added reflector parameter sweep

위 시뮬레이션 데이터에서 알 수 듯이 반사판의 폭과 길이 변화에 따라 Low Band 와 High Band 의 반사손실을 최적화 할 수 있음을 알 수 있다. 먼저 그림 5(a)에서 반사판의 폭을 변화 시켰을 때 낮은 주파수 대역에는 영향이 거의 없음을 알 수 있다. 폭을 90mm에서 110mm 까지 10mm 단위로 파라미터 스윕한 결과이다.

그림 5(b)는 반사판의 길이를 변화 시켰을 때 반사손실 데이터이다. 그림을 보면 높은 주파수에는 영향이 거의 없고 낮은 주파수에 영향을 줄 수 있다. 따라서 추가된 반사판의 폭과 길이를 이용하여 안테나의 반사손실을 개선 할 수 있음을 알 수 있다. 마지막으로 방사 슬롯 패치와 반사판 사이의 거리에 따른 반사손실 변화 값이다. 그림 5 (c)에서 볼 수 있듯이 패치와 반사판 사이의 거리에 따라 낮은 주파수대와 높은 주파수대의 반사손실이 같이 변함을 알 수 있다. 높은 주파수대에서는 20mm일 때 최적으로 됨을 알 수 있다 그러나 이 논문에서 제안하는 안테나의 높이는 23mm로 하였다 이유는 20mm로 하였을 때 Low Band 의 대역폭이 GSM 대역을 포함 하지 못했기 때문에 23mm로 선택하여 제작하였다. 최적화 하여 실제 제작된 안테나에 삽입된 반사판의 사이즈는 PW=102.5mm, PL=122.5mm 이다. 슬롯 패치 안테나와 실제 제작된 안테나의 높이는 H1=23mm, H2=22mm, H3=7.4mm 이다. 안테나 전체 사이즈는 201mm*201mm*47.6mm 이다. 최종적으로 제안한 안테나의 반사손실을 측정하였다.

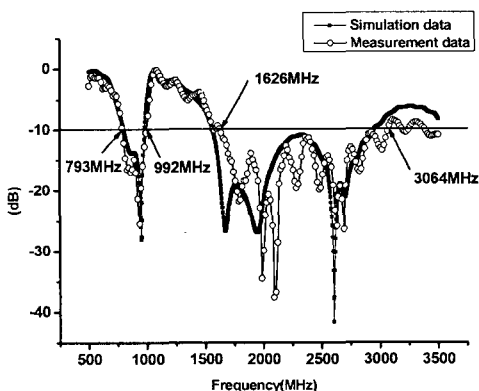
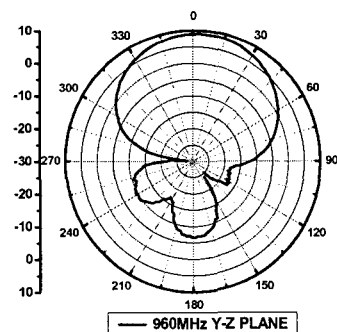
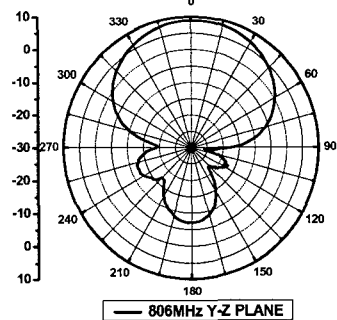
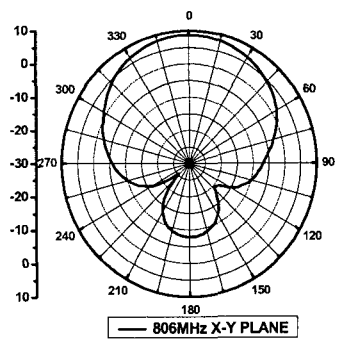


그림 6. 듀얼 반사판 안테나의 반사손실
Fig. 6. Return loss of dual reflector antenna

그림 6.는 듀얼 반사판 안테나의 시뮬레이션 결과와 측정결과 이다. VSWR<2.0 이하의 대역폭은 Low Band 의

대역폭이 22.2 % 이고 High Band 의 대역폭은 61.3% 이다. 위 두 그림에서 알 수 있듯이 높이와 슬롯 패치의 조건은 유지한 채 슬롯 패치와 첫번째 반사판 사이에 작은 반사판을 삽입함으로써 Low Band 의 대역폭이 12.8%, High Band 의 대역폭은 24.9%의 대역폭 확장이 이루어짐을 알 수 있다. 다음으로 안테나의 방사패턴 측정결과 이다. 안테나의 FAR-FIELD 방사 패턴은 ANEC HOIC CHAMBER 에서 측정하였다.



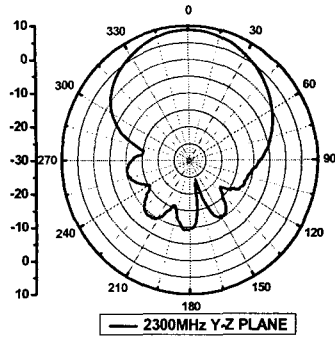
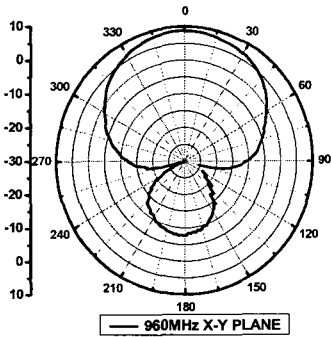


그림 7. Low band 방사패턴
Fig. 7. Low band radiation pattern

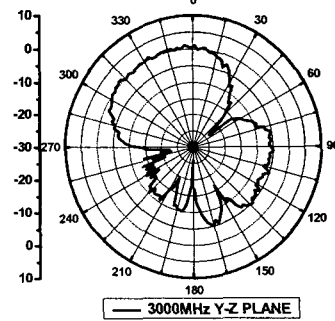
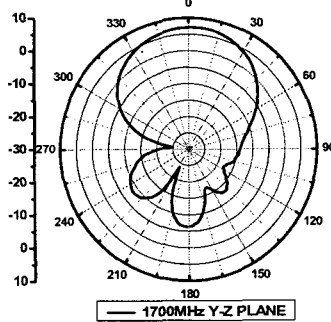
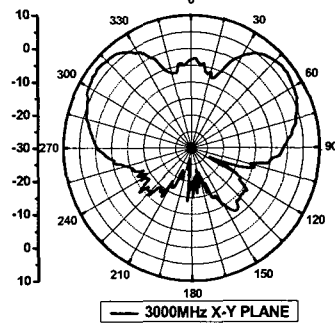
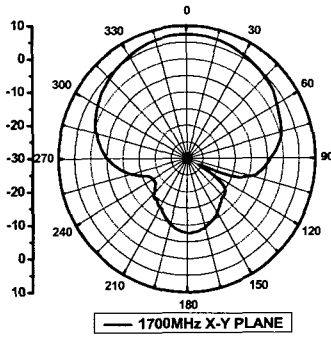


그림 8. High band 방사패턴
Fig. 8. High band radiation pattern

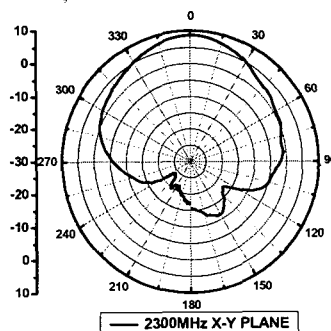
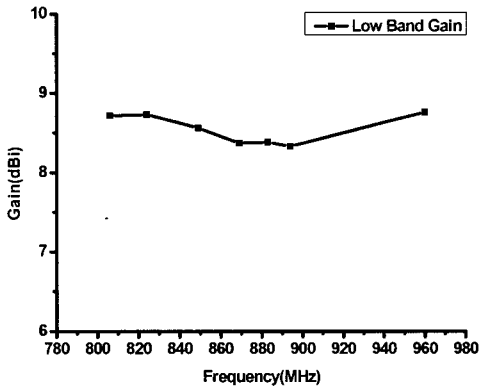
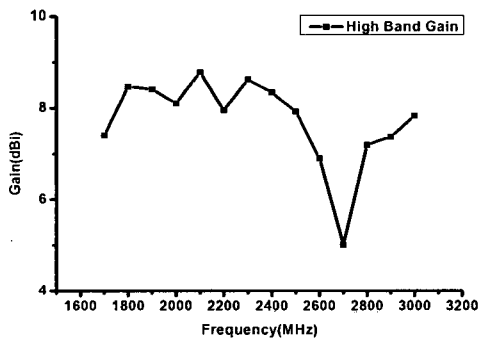


그림 7. 에 실제 제작한 안테나(그림 3)의 Low Band의 X-Y Plane과 Y-Z Plane의 방사패턴을 나타내었다. 안테나 Peak Gain 은 X-Y Plane과 Y-Z Plane 두 평면에서 8 dBi 이상으로 측정되었고 빔폭은 60° 이상으로 균일하게 나왔다. 그림 8.은 High Band 의 방사패턴이다. 안테나 Peak Gain 은 1700MHz, 2300MHz 에서는 7dBi 이상, 빔폭은 50° 이상으로 균일하게 측정되었다. 안테나 Gain이 7dBi 이상으로 측정되는 주파수는 1700MHz~2500MHz 까지이며 그 이후의 주파수는 점진적으로 안테나의 Gain 이 감소함을 알 수 있었다. 그림 8.의 마지막에 3000MHz 주

파수에서의 방사패턴을 나타내었다. 각 주파수 별 Gain 데이터를 아래 그림 9.(a),(b)에 나타내었다. Low Band 는 안테나 Gain이 대역폭 내에서 거의 일정하게 나오는 것을 알 수 있다. 그리고 High Band 는 앞서 말했듯이 2500MHz까지는 7dBi 이상 나오다가 이후로는 안테나 Gain 이 점진적으로 떨어진다.



(a)



(b)

Fig. 9. 안테나 Gain (X-Y PLANE)
 (a) Low Band (b) High Band
 Fig. 9. Antenna Gain (X-Y PLANE)
 (a) Low Band (b) High Band

III. 결론

최근 무선 통신 기술의 발달과 주파수의 한정성으로 인해서 거의 모든 주파수 대역을 사용 중이라고 해도 될

정도이다. 이로 인해서 하나의 안테나로 모든 주파수 영역에서 동작할 수 있는 안테나가 요구 되어 지고 있다. 그래서 안테나의 광역화 기술은 점점 더 발전 해왔다. 여기서는 광대역화 기술의 하나인 보우타이 슬롯 안테나를 제작하여 실험 하였다. 보우타이 슬롯 안테나에 큰 반사판을 부착 하므로써 안테나의 지향성을 높이고 방사패치와 첫번째 반사판 사이에 작은 반사판을 삽입함으로써 낮은 주파수 대역에서는 Parastic 패치로 동작하게 하고 높은 주파수에서는 안테나의 Gain을 향상 시키는 반사판 역할을 하도록 했다. 또한 VSWR<2.0 이하인 Low Band는 약 22% (793MHz~992MHz) 대역폭을 가졌으며 High Band는 약 61% (1626MHz~3064MHz) 대역폭을 가진다. 연구 결과 듀얼 반사판 보우타이 슬롯 안테나는 CELLULAR, GSM, PCS, DCS, IMT-2000, WLAN 대역까지 하나의 안테나로 사용할 수 있음을 알 수 있었다. 마지막으로 2600MHz 이후의 대역에서 안테나의 Gain이 일정하게 나오도록 하는 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] 최병하 저, "안테나 공학"
- [2] John D. Karus, "ANTENNAS" Second Edition P.692~710
- [3] Constantine A. Balanis, "Antenna Theory" P.472~479, P.582~591
- [4] 위상혁, 김정민, 유태훈, 육종관, 박한규, "균일한 슬롯 폭을 갖는 5GHz 대역 보우 타이 형태의 미앤더 슬롯 안테나", 전자파 학회 제13권 제8호 2002년 9월
- [5] 김운필, 이범선, "Skeleton Slot 구조를 이용한 이중 대역 안테나의 설계 및 제작", 전자파학회 제 13권 제1호 2002년 1월
- [6] 이용희, 이택경, "PCS/IMT-2000 기지국용 스킴톤 슬롯 어레이 안테나", 춘계 마이크로파 및 전파학술대회 논문집 Vol.24 No.1 2001/5/12
- [7] Hyun-Chul Go, Yong-Woong Jang, "Experimental Analysis of Multi-Band and High Gain Open Slot Antenna With Dual Reflector" Microwave Journal, January 2006

저자소개



이 재 성(Jae-Sung Lee)

2001년 2월 대구대학교 정보통신 공
학과(공학사)

2004년 10월~현재 (주) 한국 안테나
연구소 연구원

※관심 분야: 안테나 및 Passive component



이 상 우(Sang-Woo Lee)

2003년 2월 목포해양대학교 전파공
학과(공학사)

2005년 3월~ 현재 목포 해양 대학교
전자통신공학과 석사 과정

2003년 1월~현재: (주)한국안테나 중앙연구소 연구원

※관심분야: 안테나 및 초고주파 회로설계, 전자파 수치
해석