

# 능동 마이크로스트립 안테나 설계 및 제작

\*김성수, \*고영혁

\*동신대학교 정보통신공학과

Design and fabrication of a Active Microstrip Antenna

\*Seong-Soo Kim, \*Young-Hyuk Ko

\*Dept. of Information & Communication Eng. Dongshin Univ.

yhko@white.dongshinu.ac.kr

TEL.0613-330-3191 AX.0613-330-2909

## 요 약

본 논문에서는 기존의 QMSA에 비해 안테나 전체 길이를 소형화함은 물론 전기력선이 미치는 범위가 제한받지 않도록 그라운드 판을 접어들려 방사 패치와 단락시키고 급전점의 위치를 조절하여 더욱 소형화할 수 있는 QMSA를 제안하고 설계·제작했다. 그리고 안테나에 잡음지수가낮아지도록 LNA를 연결하여 본래의 QMSA에 비해 이득이 높고, 잡음에 강한 능동안테나를 설계·제작하였다.

QMSA와 LNA는 1.8 GHz대로 설계하여 각각의 이득과 안정도를 확인하고, 안테나와 증폭기가 동일한 평면상에 구성된 능동안테나와 QMSA를 비교 평가하였다.

## 1. 서 론

고속과 동시에 대용량의 전송시스템으로서 광 통신 네트워크 시스템은 광대한 네트워크를 확실하게 구축해 가고 있다. 이것과 더불어 네트워크 결합한 통신의 개인화·멀티미디어화에 기술력이 주목되고 있다. 요즘에 개인 통신이라고 말할 수 있는 PCS는 더욱더 고속화·멀티미디어화를 목표로 하고, 위성 통신을 포함한 이동체 통신이나 광통신 네트워크 시스템과의 결합을 진행해 가고 있다. 이같은 통신은 유선통신과 무선통신의 결합이라고 말할 수 있다. 이같은 새로운 통신 방식에 있어서도 무선통신의 최대이점인 이동성을 활용하기 위해서는 기기의 소형화·경량화를 목표로 마이크로파 기술의 발달에 의지할 수밖에 없다. 이같은 소형화·경량화에 다기능화의 요구를 수용하기 위해서는 마이크로파 기술이 주를 이루는 MMIC기술의 약진이 기대하는 것이 크다. 최근 반도체 기술의 진보는 고성능 디바이스나 고집적도의 MMIC가 실현되고 있고, 무선기기의 소형화·경량화·다기능화가 달성되고 있다.

그런데 최근 마이크로파 무선통신기술은 반도체 기술의 발달로 이루어진 회로 집적화에 평면 안테나를 결합하여 기능의 집적화를 시작했다. 안테나는 회로소자의 일부로 추가되고 다른 회로 소자와 일체화해서 마이크로파 기기의 저가격화, 소형화에 대한 요구에 부응하고 있다. 또한, 안테나는 저가, 소형, 경량이고, 우수한 성능을 갖는 등 이용가치가 높도

록 개선하기 위한 연구가 많이 이루어 지고 있다. 특히, 미국, 일본 유럽등의 선진 각국 연구소는 1980년부터 위성 이동통신, 디지털 위성방송 서비스 분야의 핵심요소기술로서 능동 안테나 시스템 개발에 집중 투자하여 기술을 선점하고자 독자적인 선도적 기술 개발을 위하여 개발을 수행하고 있다. 1985년 H. J. Thomas는 건다이오드와 마이크로스트립 패치 안테나를 활용하여 능동 안테나를 실현했고, 1987년 T.O. Perkins는 임팩트 다이오드와 마이크로스트립 안테나를 활용하여 능동안테나를 실현했다.

그러나 일반적으로 마이크로파 회로 기기는 고가이고 복잡하기 때문에 폭넓게 보급하기 위해서는 간단한 구조이고 저가로 실현할 필요가 있다. 능동 안테나는 수많은 안테나중 하나이고, 최근 송·수신 시스템에 활용되었을 때 능동 소자를 수동 안테나 소자와 동일 평면에 구성하기 때문에 회로를 소형화할 수 있고 저가격화에도 유효한 기술이다. 이러한 능동 안테나는 능동소자의 기능에 따라 발진기 형태, 증폭기 형태, 그리고 믹서 형태로 분류할 수 있다.[1]

본 논문은 마이크로파 회로를 소형이면서 간단한 구조이고, 저가로 실현하기위해서 동일기판 상에 마이크로스트립 안테나와 LNA를 구성한 증폭기 형태의 능동 안테나를 설계·제작하였다.

### II. QMSA 설계

현재 많은 연구가 이루어지고 있는 QMSA의 경우 급전점의 좌측은 단락되어 있고, 단락된 방사 패치는 그라운드판사이 전기력선이 형성된다. 따라서 그라운드판을 짧게 하는 경우 전기력선 형성에 제한을 받게 되어 이득이 떨어지는 결과를 초래하여 소형화에 어려움이 있다.[2,3,4]

설계된 안테나 구조는 그림 1과 같으며 폭 W, 길이 L1의 좌측 평행 평판, 급전선로 폭 S로 구성되어 있으며, 좌측 평행 평판과 그라운드판을 접어들려 단락시켰다. 설계된 안테나는 그라운드판이 좌측 평행 평판과 단락되어 있기 때문에 전기력선 형성에 제한받지 않고 그라운드판을 줄일 수 있어서 소형화할 수 있다.

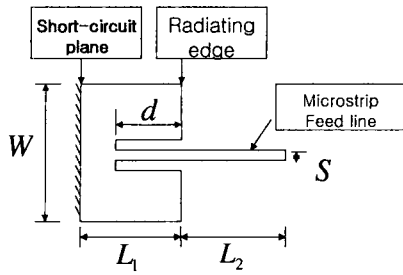


그림 1. QMSA 구조

### III. LNA 설계

증폭기는 증폭하고 싶은 주파수에서 정합을 취하고, 그 외 주파수에서는 신호를 반사시킨다. 이득을 최대하고 싶은 주파수에서는 입력측과 출력측에서 정합을 취하고, 잡음을 최소화하고 싶은 주파수에서는 입력측은 잡음 저항, 출력측은 이득 정합을 취한다. 증폭기의 등가 회로는 그림 2와 같다.

GaAsFET의 입력과 출력에는 정합회로를 접속하고 S12=0의 경우를 고려할 때 증폭기의 단방향 전달 전력 Gtu은 식 (1)과 같다.

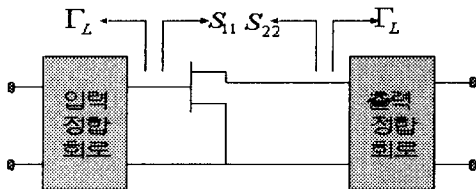


그림 2. 기본 증폭기 구성

$$G_m = G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 \quad (1)$$

$$G_1 = \frac{1 - |\Gamma_s|^2}{|1 - S_{11} \Gamma_s|^2} \quad (2)$$

$$G_2 = |S_{21}|^2 \quad (3)$$

$$G_3 = \frac{1 - |\Gamma_L|^2}{|1 - S_{22} \Gamma_L|^2} \quad (4)$$

이득은 GaAsFET의 S12의 의한 이득(G2)과 입력측의 정합에 의한 이득(G1), 출력측의 정합에 의한 (G3)의 곱으로 표현된다. 또 증폭기의 잡음지수(F)는 최소 잡음지수(Fmin)를 부여한 입력측의 부하 반사계수를 Γopt, 등가 잡음저항을 Rn라고 하면 식 (5)와 같다.

$$F = F_{min} + \frac{4R_n |\Gamma_s - \Gamma_{opt}|^2}{(1 - |\Gamma_s|^2)(1 + |\Gamma_{opt}|^2)} \quad (5)$$

증폭기의 이득을 최대 하는 경우는 Γs=S11\*, ΓL=S22\*가 되도록 결정하고 이득과 잡음지수를 식(6), 식(7)로 표현할 수 있다. 증폭기의 잡음을 최소화 하는 경우는 Γs=Γopt, ΓL=S22\*가 되도록 결정하고 이득과 잡음지수를 식(8), 식(9)로 표현할 수 있다.

$$G = \frac{|S_{21}|^2}{(1 - |S_{11}|^2)(1 - |S_{22}|^2)} \quad (6)$$

$$F = F_{min} + \frac{4R_n |S_{11}^* - \Gamma_{opt}|^2}{(1 - |S_{11}^*|^2)(1 + |\Gamma_{opt}|^2)} \quad (7)$$

### IV. 실험 및 고찰

저잡음 증폭기 실현을 위해서는 잡음 특성이 양호한 증폭소자를 선택하는 것이 필요하다. 마이크로파대에서 사용하는 저잡음 증폭기 소자로는 GaAs FET, 바이폴라 TR등의 3단자 소자가 가장 사용하기 쉽고, 양호한 특성을 갖는다. 본 논문에서는 최소 잡음지수를 가지는 소자 ATF - 13786을 선택하여 상용화된 프로그램 ADS로 그림 3과 같이 회로를 구성하고, 레이아웃을 그림 4와 같이 설계하였다. DC 전원을 효과적으로 입력하기 위해 RF 초크 코일 대신 마이크로스트립 선로를 사용하고 DC 블록킹 캐패시터 C2, C3을 사용하여 바이어스 회로를 구성하였다. 그림 3과 같이 설계된 LNA는 이득보다는 잡음과 안정도를 우선적으로 정합회로를 구성하여 그림 5와 같이 입력측과 출력측이 안정하도록 입·출력 안정원을 확인하였다. 또한 계산된 안정계수는 1.6GHz에서 2.465이고, 1.8GHz에서 1.950이며, 2.0GHz에서 1.645로 안정계수와 1보다 크도록 설계하였다. 저잡음 증폭기 실현을 위해서 설계 주파수 1.6GHz에서 잡음지수가 2를 넘지 않도록 하였으며 이득은 10dB를

넘도록 하였다. 그에 따른 이득 및 잡음지수는 그림 6과 같다.

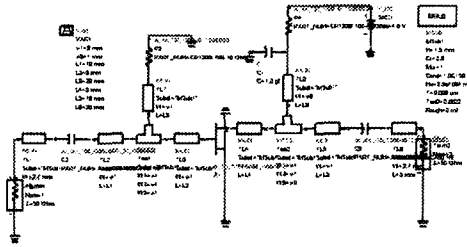


그림 3. LNA 회로

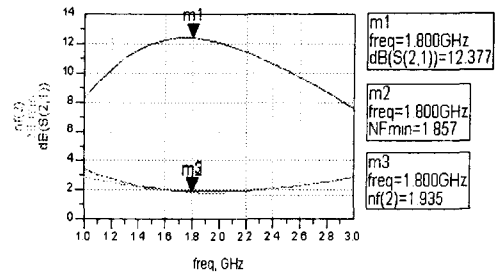


그림 6. 계산된 LNA의 이득 및 잡음지수

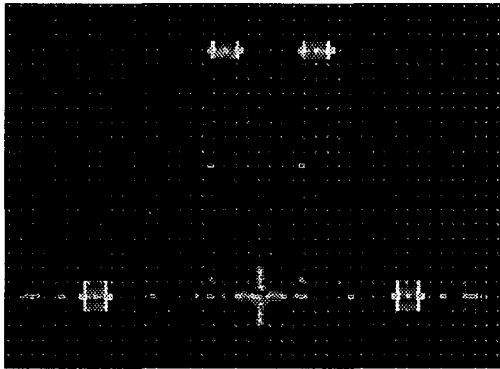


그림 4. LNA 레이아웃

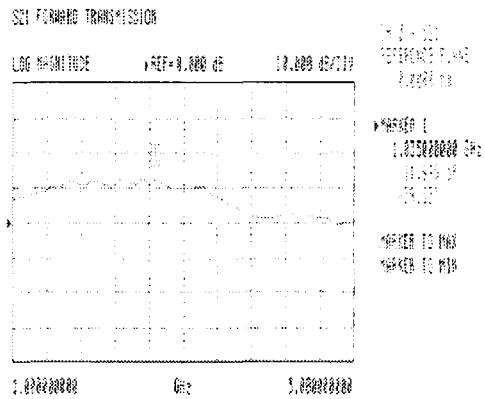


그림 7. 측정된 LNA 이득

표 1. QMSA 제원

QMSA			
L1(mm)	25	W(mm)	40
L2(mm)	25	H(mm)	1.5
d(mm)	20	공진 주파수 (GHz)	1.8
S(mm)	1	리턴 로스(dB)	19.25

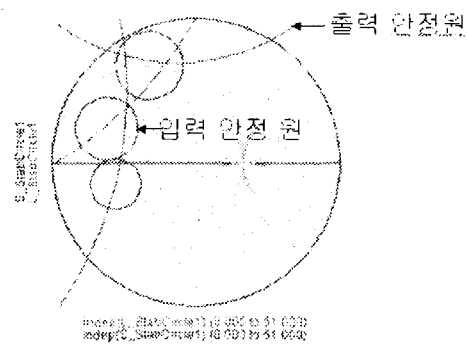


그림 5. LNA의 입·출력 안정원

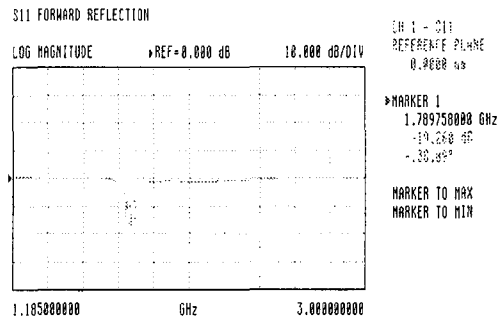


그림 8. 측정된 QMSA의 리턴로스

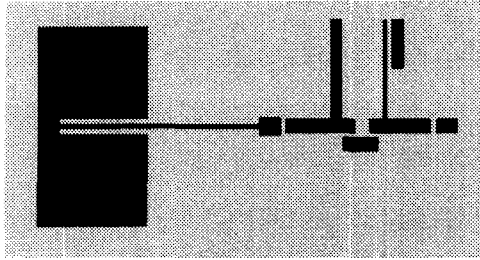


그림 9. 실제로 제작된 능동안테나 구조 필름

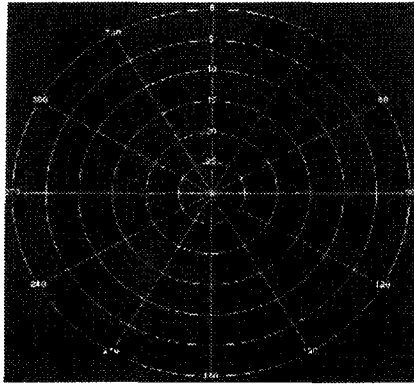


그림 10. QMSA와 능동안테나의 방사패턴 비교

설계·제작된 LNA의 이득 측정은 그림 7과 같으며, 이득이 1.8GHz에서 11.999dB가 측정되었고, 1.6~2GHz에 걸쳐서 매우 평탄함을 확인할 수 있다.

또한, 설계·제작된 QMSA의 제원은 표1과 같고, 측정된 리턴로스는 그림 8에서 나타나듯이 1.8GHz에서 19.25dB를 얻었다. 그리고 동일기판 상에 QMSA와 LNA를 구성한 증폭기 형태의 능동 안테나를 설계한 레이아웃은 그림 9와 같고, QMSA와 능동안테나의 방사 패턴은 그림 10과 같다. QMSA에 비해 능동안테나가 5dB 정도 이득이 크다.

## V. 결 론

잡음지수가 2~2.5dB로 설계된 저잡음 증폭기는 중심 주파수 1.8 GHz에서 대역폭 500MHz내에서 전체이득이 10~12dB로 평탄함을 보였고 이론치와 매우 양호하게 일치함을 보였다. 또한 QMSA에 비해 능동안테나가 최대 이득이 5dB정도 이득이 크지만 QMSA와 LNA의 정합이 잘 이루어지지 않아서 LNA의 이득에 비해 이득이 떨어진다고 생각된다.

앞으로 더욱더 소형화된 송수신 시스템을 설계하여 멀티미디어를 언제 어디에서도 다루는 것이 가능한 고품질 이동체통신에 적용하려 한다.

## 참고문헌

- [1] JR James & P S HALL " Handbook of MICROSTRIP ANTENNAS"
- [2] 高永赫, 長谷部望, 容量裝荷小型マイクロストリップ アンテナ, 日本大學理工學部學術講演論文集, No.38, pp.193-194, 1994.
- [3] 坂口浩一, 南條行則, 瀬谷浩一郎, 長谷部望, 容量裝荷短絡平板スタブで構成した小形アンテナ, 信學春季全大, B-47, 1988
- [4] 高永赫, 金在玟, 李鍾岳, 이동체 통신용 안테나에 관한 연구, 韓國電磁波學會, Vol. 7, No.4, pp.139-146, 1996.