

800MHz 대역 연안해역기지국용 U-Slot 적층구조 안테나 설계

김갑기*

The Design of U-Slot Stack Structure Antenna for 800MHz Band Coastal Sea Base Station Applications

Kab-ki Kim*

요 약

본 논문에서는 마이크로스트립 안테나의 좁은 대역폭 문제를 개선하여 UHF 대역 내에 있는 CDMA(Code Division Multiple Access), GSM(Global System for Mobile Telecommunication), TRS(Trunked Radio System)대역을 통합하여 우리나라 연안 해역에 있는 기지국 및 중계기에 상용 가능한 800MHz 다중대역 안테나를 설계하고자 한다. 안테나의 대역폭을 개선하기 위해 L형 급전구조를 이용하였으며, 직사각형 패치에 U-Slot을 추가하여 이중 공진 효과를 이용하였고, 적층구조를 이용하여 이득을 개선하였다. 설계된 안테나의 주파수 대역폭(VSWR 2:1)은 792~1040MHz로 248MHz(33%)의 광대역 특성을 가지며, 방사패턴은 이득이 9.4dBi 이상, 3dB 빔폭은 60°이상의 개선된 특성을 보였다.

ABSTRACT

In this paper, we will design a 800MHz broadband antenna after a problem of the narrow bandwidth is improved. This multiple band antenna unifies the CDMA(Code Division Multiple Access), GSM(Global System for Mobile Telecommunication) and TRS(Trunked Radio System) band in the UHF band, and then it is possible at the shore base station or repeater as the commercial use. It used the duplex resonance effect it had the L-shaped feeding structure which adds the U-slot. And it improved profit using stack structure. It was measured that the frequency bandwidth of the designed antenna which is planed 792~1040MHz with 248MHz(33%). And the antenna gain is 9.4dBi, 3dB beam width 60° in radiation pattern.

키워드

U-Slot, Mutiple Band, L-Shaped, Stack

I. 서 론

최근 급속한 정보화 사회의 발전과 함께 대용량의 정보전송을 위해 광대역 통신용 안테나에 대한 연구와 함께 하나의 통신장비로 다양한 서비스의 주파수 대역을 송수신 할 수 있도록 안테나의 다중 대역화에 대한 연구

개발이 활발히 진행되고 있다^[1].

이동통신 서비스에서 중요한 안정된 통화품질은 각 기지국 및 중계기에 설치된 안테나의 특성에 의해 결정되는 수많은 요소 중의 하나이다. 현재 사용되어지고 있는 해안 기지국 및 중계기용 안테나는 주로 다이폴 구조와 마이크로스트립 구조가 사용되어지고 있다. 그중 마

이크로스트립 구조의 안테나는 제작이 용이하여 대량 생산이 가능하고 견고하다. 또한 가격도 저렴하며 부피가 작고 가볍다는 장점을 갖는 반면에 좁은 대역폭과 낮은 효율을 갖는 단점이 있다^[2]. 이러한 단점을 개선하기 위해 최근 들어 낮은 유전체 기판을 사용^[3]하거나 적층 구조 방식^[4] 및 급전방식의 변화^[5] 그리고 방사패치에 여러 가지 형태의 슬롯을 삽입^[6] 하는 등의 방법을 사용하여 광대역화 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 다양한 급전 방식이 제시되고 있다.

따라서 본 논문에서는 마이크로스트립 안테나의 좁은 대역폭 문제를 개선하고, TRS(Trunked Radio System), GSM(Global System for Mobile telecomm unication), 그리고 CDMA(Code Division Multiple Access)대역을 통합하여 우리나라 연안 해역에 있는 기지국 및 중계기에 상용 가능한 다중대역 안테나를 설계하고자한다. 안테나의 대역폭을 개선하기 위해 L형 급전구조를 이용하였으며, 직사각형 패치에 U-Slot을 추가하여 이중 공진 효과를 이용하였고, 수직으로 적층하여 이득을 개선하였다.

II. U-Slot 패치 안테나 설계 이론

마이크로스트립 패치 안테나의 단점인 협대역 특성을 개선하기 위하여 최근에 방사패치에 슬롯을 삽입하는 방법이 이용되고 있다.

U-Slot 안테나는 방사패치 내에 U자형 슬롯을 파낸 구조로서 U-Slot 자체의 공진과 사각형 패치의 공진 특성이 서로 결합하여 광대역 특성을 나타내며, 또한 슬롯에 의한 캐패시터 성분의 증가는 프로브에 의한 인덕턴스 성분의 보상으로 대역폭 확장이 이루어지게 된다.

그림 1은 U-Slot 안테나의 기본구조이다.

마이크로스트립 안테나의 공진패치에 적용되는 U자형 슬롯의 기능을 보면 길이 방향의 슬롯은 기본모드의 전류 분포를 변화시킴으로서 인접 주파수에서 공진을 만들어 대역폭을 넓히는 역할을 한다. 이럴 경우 의도하지 않은 폭 방향의 전류 흐름이 생겨 교차 편파를 증가시키는데 이러한 영향을 최소화하기 위해서 폭 방향의 슬롯을 만들어주게 된다^{[7][8]}.

그림 1의 공진패치를 보면 일반적인 U-Slot 안테나에서 W 방향 슬롯의 길이 a는 낮은 두께의 공기층이 사용될 경우 길이가 길어지게 되며 두 개의 공진이 멀리 떨어

진 주파수에서 발생하게 된다.

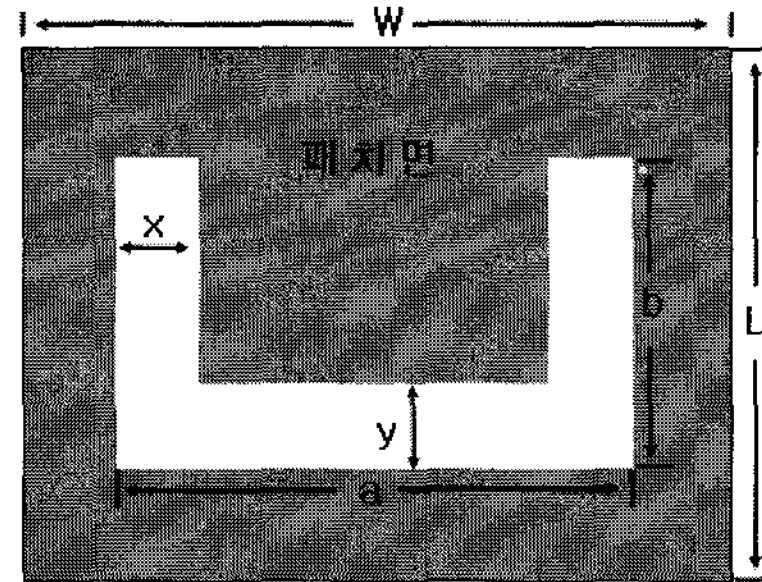


그림 1. U-Slot 패치 구조
Fig. 1 The Geometry of U-Slot Patch

또한 높은 두께의 공기층이 적용된다면 공기층 자체의 광대역 효과로 인해 두 개의 공진을 연결할 수 있지만, 낮은 공기층을 사용할 경우 두 개의 공진주파수를 합치기 위한 U-Slot의 변형이 필요하다. 따라서 최적의 U-Slot 패치 안테나를 설계하기 위한 각 변수를 다음의 표 1과 같이 결정하였다.

표 1. U-Slot 패치 파라미터
Table. 1 Parameter of U-slot Patch

W	Width of Patch	b	Slot-Length in the direction of L
L	Length of Patch	x	Width of Slot b
a	Slot-Length in the direction of W	y	Width of Slot a

그림 2는 W=220[mm], L=130[mm], a=73.3[mm], b=87[mm], x=9.5[mm], y=73.3[mm], S=73[mm], C=13[mm]로 설계된 단층 U-Slot 안테나의 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

최적화로 설계된 안테나에서 반사손실 -10dB (VSWR 2:1)가 되는 대역폭은 797MHz~1013MHz까지 23.8% (215MHz)임을 알 수 있었다.

위의 결과를 바탕으로 적층구조 U-Slot 패치 안테나 설계 변수들 a, b, x, y 변수들에 대하여 시뮬레이션을 하였으며, 그림 3과 4에서 a와 y의 길이 변화에 따른 시뮬레이션 결과를 보이고 있다.

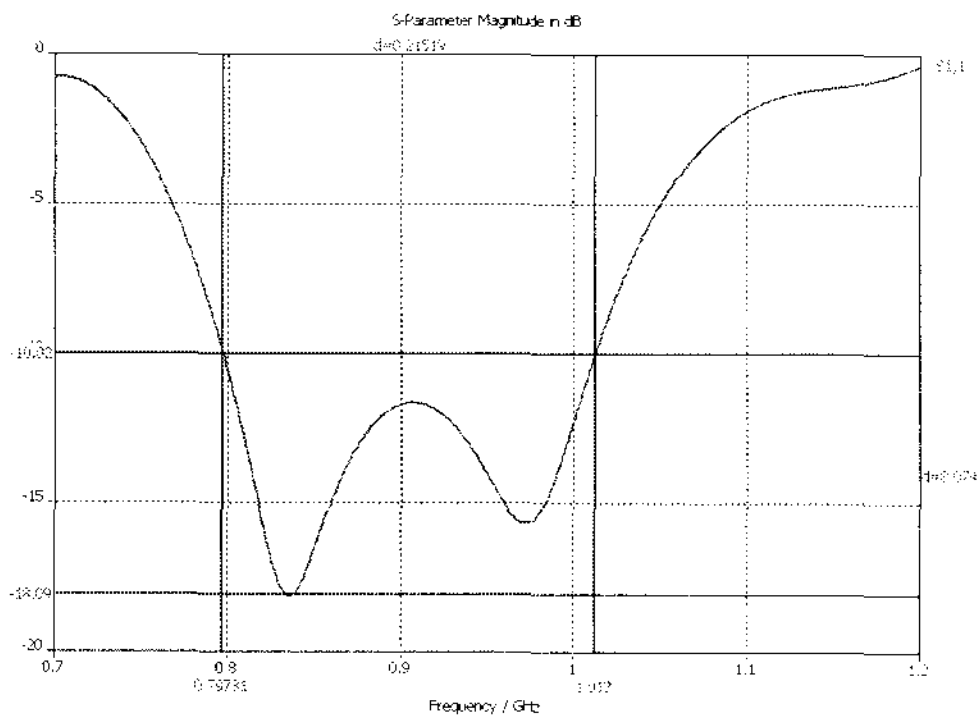


그림 2. 시뮬레이션 반사손실(단층 U-Slot 안테나)
Fig. 2 The simulated return-loss(U-Slot Antenna of a Single Structure)

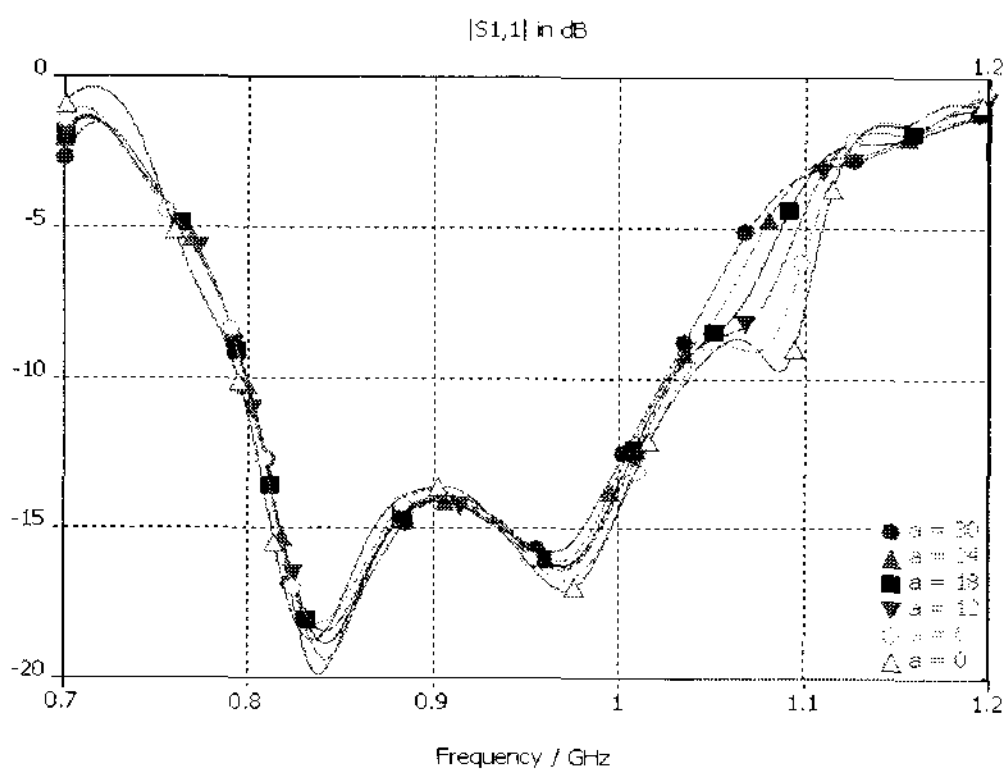


그림 3. (a)에 따른 S11의 변화
Fig. 3 The Variation of S11 in terms of (a)

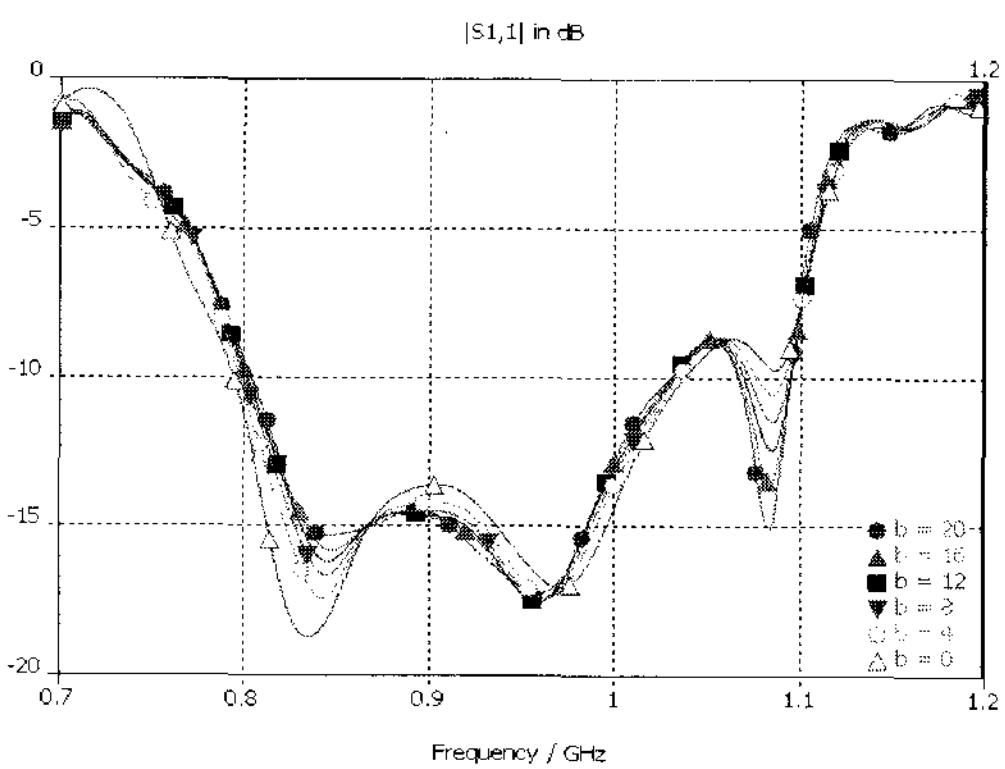


그림 4. (y)에 따른 S11의 변화
Fig. 4 The Variation of S11 in terms of (y)

x와 y에 관해서도 시뮬레이션 하였으나, 특성은 크게 변화하지 않았으며, a와 y가 안테나의 특성에 영향을 미치는 중요한 변수임을 알 수 있다.

III. L형 급전 회로설계

L형 급전구조를 갖는 안테나의 특성을 살펴보면 구조가 간단하고 각종 이동통신을 위한 기지국용 안테나로서 좋은 특성을 보인다^[9].

그림 5는 L자 형태의 급전구조를 갖는 마이크로스트립 패치 안테나의 기본 구조이다.

S, C, H와 H'의 각 파라미터의 변화에 따른 특성을 살펴보면 다음 그림 6~9과 같다.

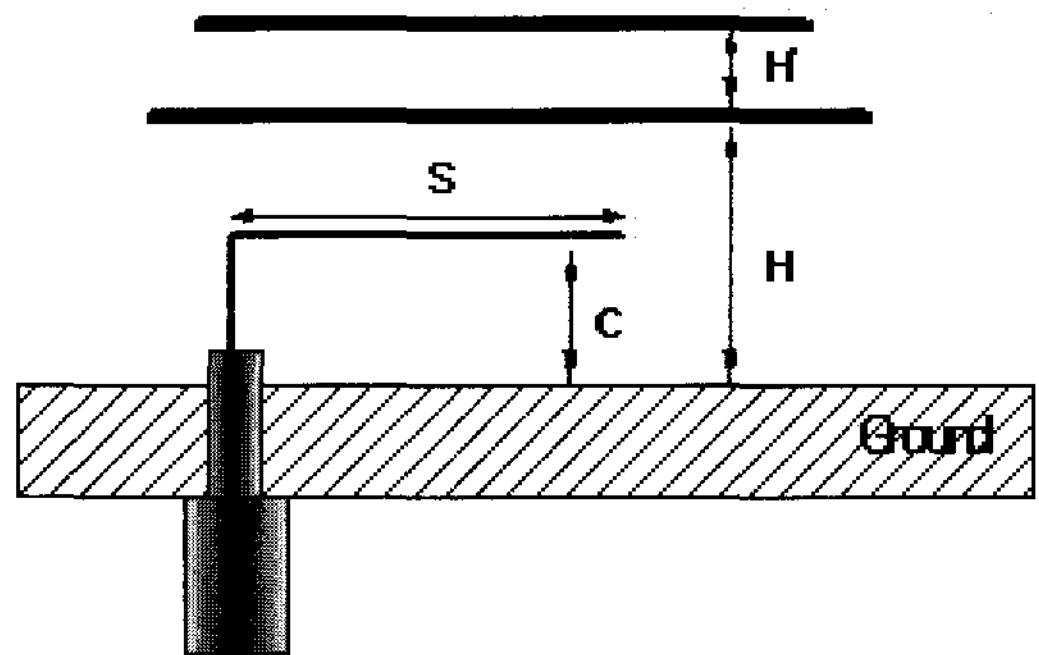


그림 5. 안테나의 구조
Fig. 5 Structure of Antenna

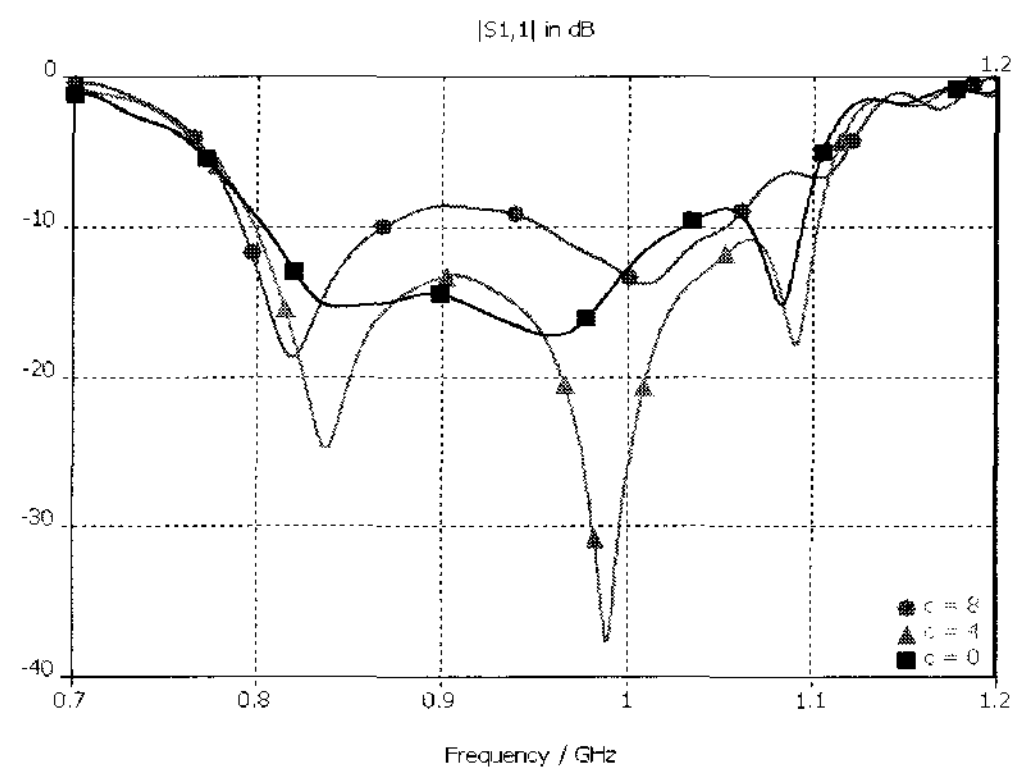


그림 6. (C)에 따른 S11의 변화
Fig. 6 The Variation of S11 in terms of (C)

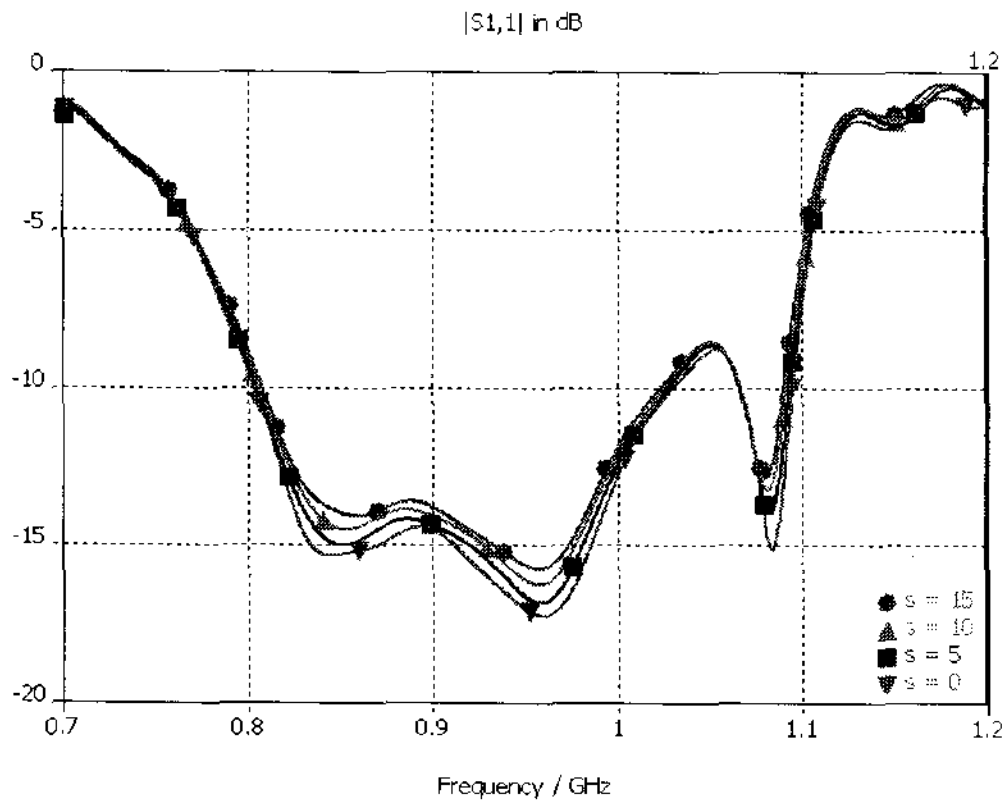


그림 7. (S)에 따른 S11의 변화
Fig 7. The Variation of S11 in terms of (S)

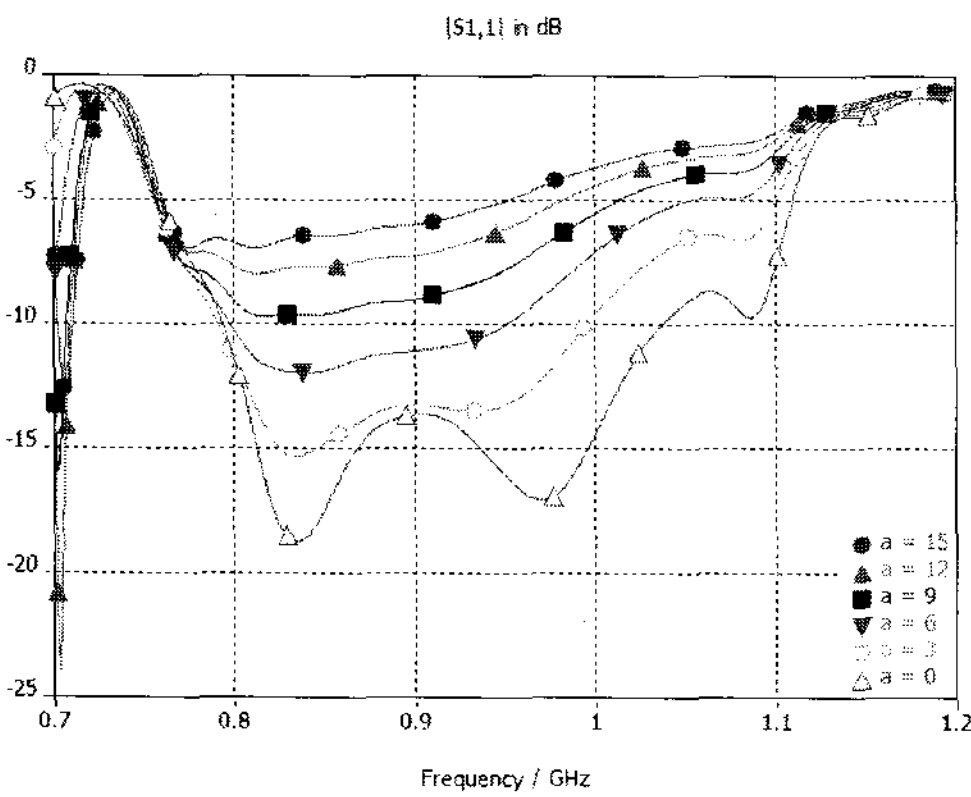


그림 8. (H)에 따른 S11의 변화
Fig 8. The Variation of S11 in terms of (H)

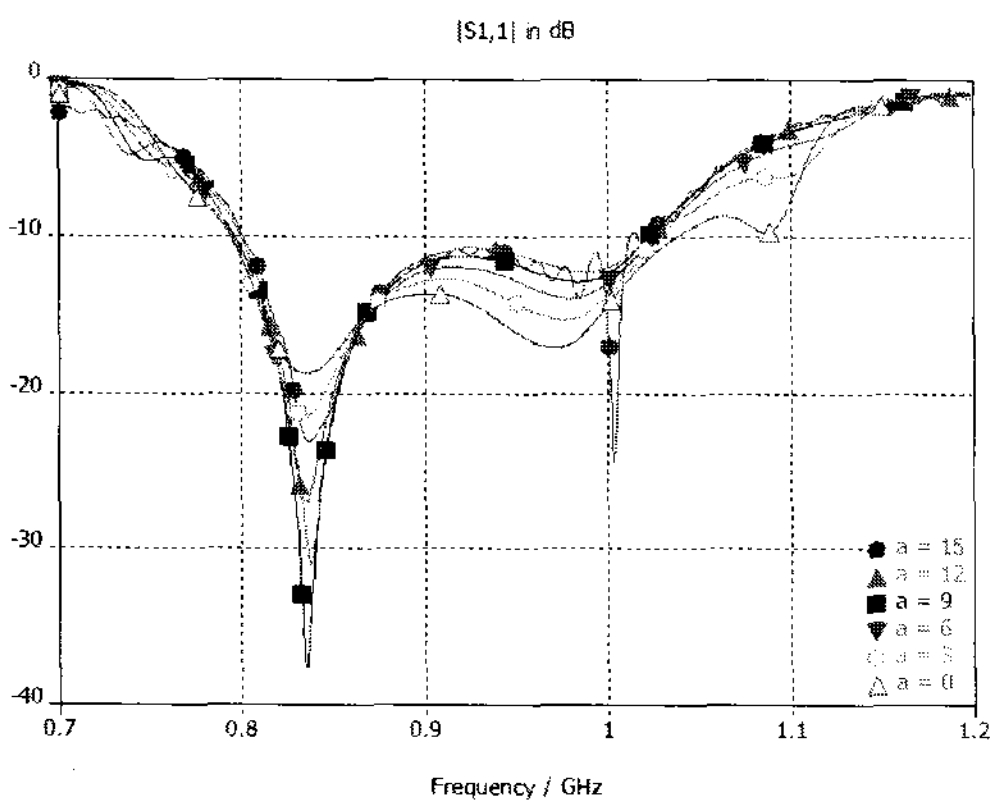


그림 9. (H')에 따른 S11의 변화
Fig 9. The Variation of S11 in terms of (H')

IV. 제안된 구조의 안테나 설계

본 논문에서는 TRS, GSM, CDMA 대역을 하나로 통합할 수 있는 다중대역 안테나를 설계하고자 한다. 표 2에서 안테나의 설계 목표를 나타내었다.

표 2. 안테나 설계 목표
Table 2. Antenna design spec.

	TRS	GSM	CDMA
주파수	806~867MHz	890~960MHz	824~894MHz
대역폭	61MHz	70kHz	70MHz
VSWR	≤ 2	≤ 2	≤ 2
이득	$\geq 8\text{dBi}$	$\geq 8\text{dBi}$	$\geq 8\text{dBi}$
3dB빔폭	$\geq 30\text{ deg}$	$\geq 30\text{ deg}$	$\geq 30\text{ deg}$

설계는 CST사의 Micro Wave Studio 5.0을 사용하여 최적화 하였으며, 그림 10과 그림 11은 최적화된 안테나의 전면과 측면 구조를 보여주며 그림 12은 최적화된 안테나의 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다.

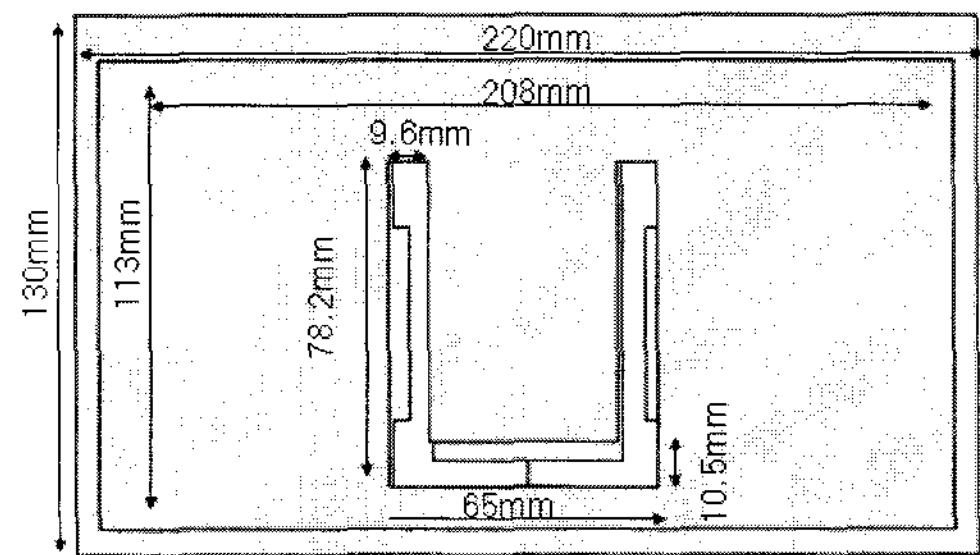


그림 10. U-Slot 안테나 전면
Fig. 10 A Front of the U-Slot Antenna

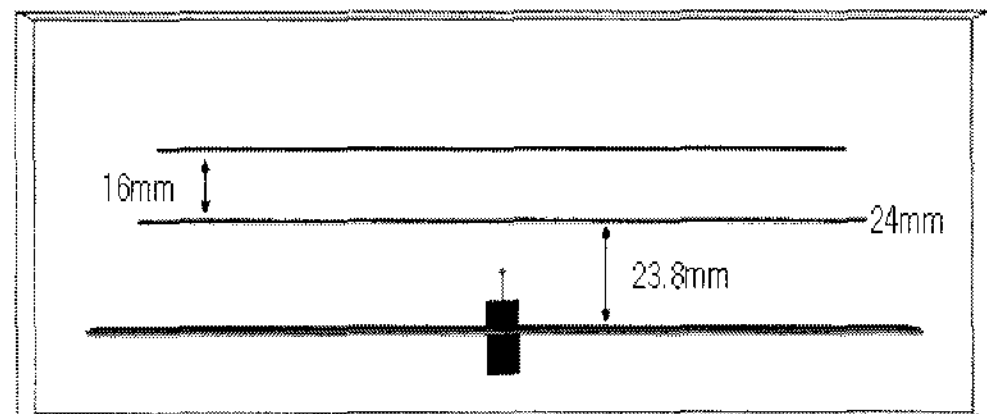


그림 11. U-Slot 안테나 측면
Fig. 11 A Side of the U-Slot Antenna

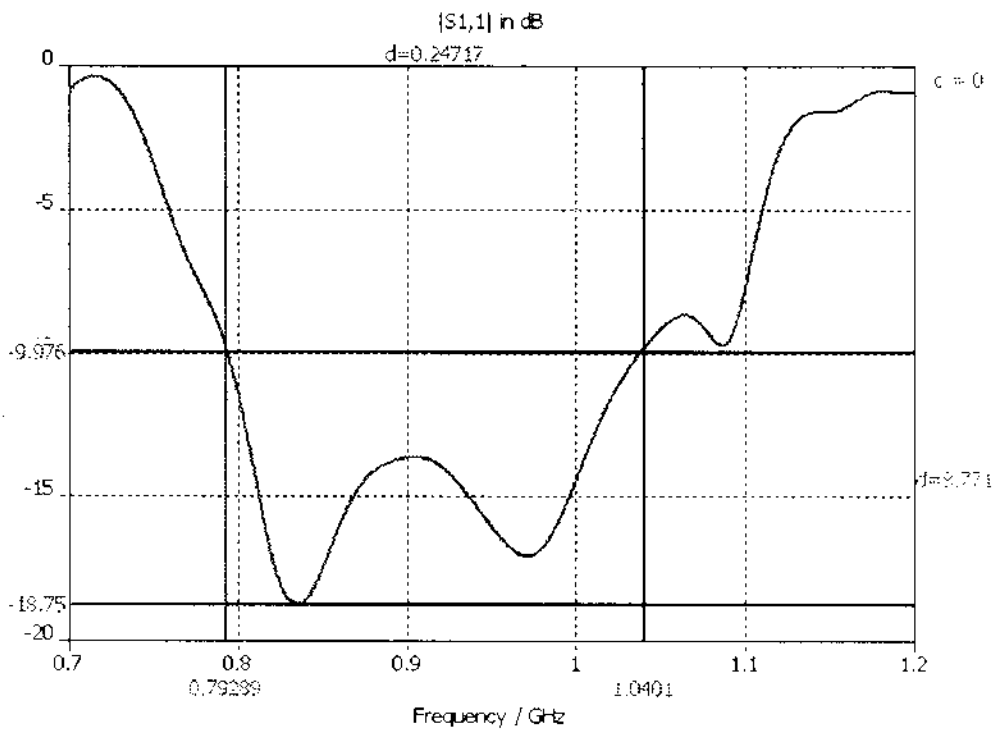


그림 12. 시뮬레이션 반사손실
Fig. 12 The Simulated Return-loss

설계된 안테나에서 반사손실 -10dB(VSWR 2:1)가 되는 대역폭은 792~1040MHz로 248MHz(33%)임을 알 수 있었다.

그림 13과 14에서는 설계된 안테나의 859MHz에서 E 평면과 H평면 방사패턴을 보이고 있다.

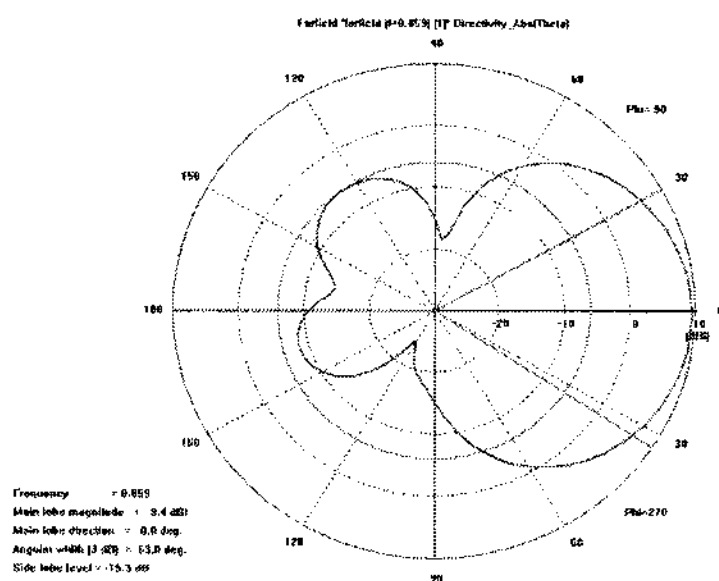


그림 13. E-평면 방사패턴
Fig. 13 The Radiation Pattern of E-plane

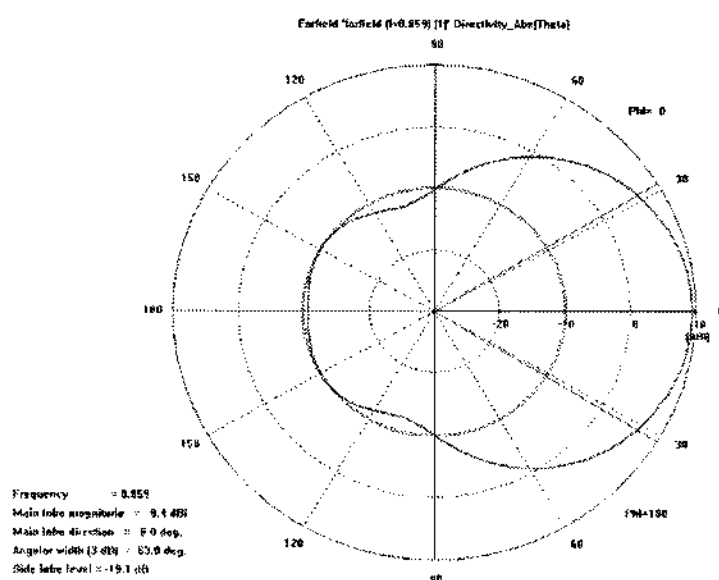


그림 14. H-평면 방사패턴
Fig. 14 The Radiation Pattern of H-plane

시뮬레이션 결과 방사패턴은 이득이 9.4dBi 이상, 3dB 빔폭은 60°이상의 개선된 특성을 보였다.

V. 결 론

본 논문에서는 마이크로스트립 안테나의 좁은 대역폭 문제를 개선하여 TRS, GSM 그리고 CDMA 대역을 통합하여 우리나라 연안 해역에 있는 기지국 및 중계기에 상용 가능한 800MHz 다중대역 안테나를 설계하였다. 안테나의 대역폭을 개선하기 위해 L형 급전구조를 이용하였으며, 직사각형 패치에 U-Slot을 추가하여 이중 공진 효과를 이용하였고, 적층구조를 이용하여 이득을 개선하였다. 본 이론에 따라 설계된 안테나의 주파수 대역폭(VSWR 2:1)은 792~1040MHz로 248 MHz(33%)의 광대역 특성을 보였으며, 방사패턴은 이득이 9.4dBi 이상, 3dB 빔폭은 60°이상의 개선된 특성을 보였다.

추 후 시뮬레이션 결과를 토대로 800MHz대역 U-Slot 다중대역 안테나를 제작 및 실측 비교를 할 계획이며, 설계된 안테나는 하나의 통신장비로 무전기, 휴대전화 등 다양한 이동통신 서비스에 이용할 수 있는 800MHz대역 해안 기지국 및 중계기용 안테나로 활용 가능할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] K. L. Wong, Compact and Broadband microstrip antennas, John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [2] Ramesh. Garg, Prkano. Blartia, Inder. Bahl, Apisak. Ittipiboon, Microstrip Antenna Design Handbook, Atrech House, PP. 2-3.
- [3] J. R. James and P. S. Hall., Handbook of microstrip antenna. London : Peter Peregrinus, 1989.
- [4] S. D. Targonski and R. B. Waterhouse., "An Aperture Coupled Stacked Patch Antenna with 50% Bnadwith", IEEE AP-S. Baltimore. Maryland, pp. 18-21, July 1996.
- [5] Naftall Herscovici, " A wide-band single -layer patch antenna", IEEE AP-S, Atlanta. Georgia. pp. 1108-1111, June 1998.
- [7] 유명환, 이범선, "개구 결합 급전 방식의 Ku 밴드 U

슬롯 마이크로스트립안테나 설계 및 제작,” 1998년
도 한국전자과학회 종합학술발표회 논문집. Vol. 10,
No. 4, pp. 636-644, 99.8

[8] 전주성, “PCS기지국용 U-Slot 어레이 안테나 설계”
한국 전자과학회지 논문지, 제12권, 제3호, pp.
117-154, Jan 2001.

[9] Y. X. Guo, K. M. Luk, and K. F. Lee, “Analysis and
design of L-probe proximity fed patch antenna”, IEEE
Transactions On Antennas and Propagation, vol. 49, no.
2, Feb. 2001.

저자소개

김 갑 기(Kab-ki Kim)



1980년 광운대학교 통신공학과
(공학사)

1984년 건국대학교 대학원 전자공학과
(공학석사)

1998년 건국대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)

2001~2002년 뉴욕시립대학 전자공학과 연구교수

현재 목포해양대학교 해양전자통신공학부 교수

※관심분야: 마이크로파 통신, 초고주파 회로설계,
해상무선통신, 이동통신, 위성통신